CLAUDIO NOSSAR PARANHOS JUNIOR

PRODUÇÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS: NECESSIDADE ESTRATÉGICA PARA DEFESA, SEGURANÇA E DESENVOLVIMENTO DO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso - Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia.

Orientador: Cel R/1 Luiz Cláudio de Souza Gomes

Rio de Janeiro
2017

C2017ESG

Este trabalho, nos termos de legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado propriedade da ESCOLA SUPERIOR DE GUERRA (ESG). É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que sem propósitos comerciais e que seja feita a referência bibliográfica completa.
Os conceitos expressos neste trabalho são de responsabilidade do autor e não expressam qualquer orientação institucional da ESG

_____
Assinatura do autor

Biblioteca General Cordeiro de Farias

Paranhos Junior, Claudio Nossar.
Produção de Componentes Eletrônicos: Necessidade Estratégica para Defesa, Segurança e desenvolvimento do Brasil / Coronel QEM Claudio Nossar Paranhos Junior. – Rio de Janeiro: ESG, 2017.

48 f.: il.

Orientador: Cel R/1 Luiz Cláudio de Souza Gomes.
Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia apresentada ao Departamento de Estudos da Escola Superior de Guerra como requisito à obtenção do diploma do Curso de Altos Estudos de Política e Estratégia (CAEPE), 2017.

1. Produção de Componentes Eletrônicos. 2. Produção de Semicondutores. 3. Necessidade Estratégica. I.Título.

A minha esposa Cláudia, a verdadeira responsável por tudo que tenho de sucesso em minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus-Pai Todo Poderoso, que esteja sempre me iluminando e que dê forças a este filho pelo futuro que virá.

Ao meu Orientador, Cel Com R/1 Luiz Cláudio de Souza Gomes, pelas orientações e incentivos que me guiaram durante a elaboração deste trabalho, sendo sua ajuda imprescindível para o resultado final.

Ao CMG (RM1-T) Fortunato Lobo Lameiras, por todo apoio prestado no decorrer da elaboração deste trabalho, contribuindo inegavelmente para resultado obtido.

Ao Gen Ex R/1 Sinclair James Mayer, meu Chefe do Departamento de Ciência e Tecnologia do Exército, por todo apoio não apenas para realização do CAEPE, mas também pela confiança em mim depositada durante minha carreira e, em especial, no decorrer de meu comando à frente da Fábrica de Material de Comunicações e Eletrônica da IMBEL.

Ao Gen Div Carlos Alberto Maciel Teixeira, nosso grande "xerife", pela liderança exercida e pela maneira cordial com que sempre tratou todos os integrantes da Turma Ordem e Progresso.

Ao Cel R/1 Roberto Miranda Soares, grande amigo de outras jornadas dentro do Exército, pelo imenso incentivo realizado para que eu cursasse o CAEPE em 2017.

Ao Cel Com Alexandre Antônio Urioste Vasconcellos, ao CMG Alexandre Tito dos Santos Xavier e ao Cel Av Valdemiro Machado da Silva, Estagiários da Turma Ordem e Progresso, pela amizade a mim dispensada e pelo importante apoio prestado no decorrer deste trabalho.

A todos os demais estagiários da Turma Ordem e Progresso aqui não citados, os quais considero amigos, pelo excelente convívio de todas as horas.

A todo Corpo Permanente da ESG, pelos ensinamentos e orientações que me fizeram refletir sobre a importância de se estudar o Brasil.

"O Brasil espera que cada um cumpra o seu dever"!

Almirante Barroso

RESUMO

Esta monografia aborda a situação atual da produção de componentes eletrônicos semicondutores em nosso país. O objetivo deste estudo foi verificar em que medida a existência de um parque industrial de natureza eletrônica contribuiria para a Segurança, Defesa e Desenvolvimento do Brasil, a exemplo do que ocorre em outros países, visando fomentar uma nova discussão no nível do Ministério da Defesa e do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações. A metodologia adotada comportou uma pesquisa bibliográfica baseada em livros e material disponível na internet, visando buscar referenciais teóricos necessários que embasassem o presente estudo e permitisse estabelecer uma correlação entre a estrutura de produção industrial de semicondutores e o correspondente impacto para Segurança, Defesa e Desenvolvimento do Brasil. Para tanto, foi abordado o processo de produção de semicondutores, os nichos de mercado de equipamentos e bens de consumo, defesa e segurança, o correspondente impacto na balança comercial, as principais políticas governamentais de apoia à pesquisa, desenvolvimento e produção de semicondutores e, por fim, os aspectos estratégicos da produção de componentes eletrônicos no Brasil. A conclusão demonstra que a que um parque industrial instalado e com a capacidade de produzir componentes eletrônicos semicondutores contribuiria fortemente para a Segurança, Defesa e Desenvolvimento do Brasil, a exemplo do que ocorre em outros países.

Palavras chave: Produção de Componentes Eletrônicos. Produção de Semicondutores. Necessidade Estratégica.

ABSTRACT

This monograph deals with the present situation about the electronic semiconductor production in our country. The aim of this study was to verify how the existence of an electronic industrial matrix could contribute to Brazil's Security, Defense and Development, as in other countries, in order to fostering a discussion at level of Ministry of Defense and Ministry of Science, Technology, Innovations and Communications. The methodology adopted included a bibliographical research based on books and on internet's sites, aiming to search for the necessary theoretical references to base the present study and assure a correlation between the semiconductor electronic industrial matrix and the correspondent impact to Brazil's Security, Defense and Development. In order to do so, it was addressed the semiconductor industrial process, the different markets of equipment and consumer gods, defense and security, the correspondent impact in our commercial balance, the main government policies for search, development and production of electronic semiconductor components and, at the end, the strategic factors of a semiconductor industrial production in Brazil. The conclusion shows that a semiconductor electronic industrial matrix placed in this country contributes strongly to Brazil's Security, Defense and Development, as in other countries.

***Keywords**: Electronic Component Production. Semiconductor Production. Strategic Necessity.*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

QUADRO 1 Diferentes tipos de componentes eletrônicos.....13

QUADRO 2 Principais tipos de semicondutores.....13

FIGURA 1 Cadeia Produtiva de um Circuito Integrado 13

QUADRO 3 Segmentação das *Design Houses* 15

QUADRO 4 Segmentação das *Foundries* 18

QUADRO 5 Segmentação das *Back-ends* 20

FIGURA 2 Estrutura Básica de um Sistema de Comunicações por Satélite 23

FIGURA 3 Estrutura Básica de um Sistema de Comunicações de Celular 23

FIGURA 4 Tecnologias embarcadas em veículos modernos 25

FIGURA 5 Células Solares para geração de Energia.....26

FIGURA 6 Displays de diferentes tipos 26

FIGURA 7 Equipamento de visão noturna.....27

FIGURA 8 Bomba guiada à Laser 27

FIGURA 9 Projeto SISFRON.....28

FIGURA 10 Aviônica avançada do Caça A-29 29

FIGURA 11 Sistema de Combate de um Navio de Guerra.....29

FIGURA 12 Eletrônica embarcada de um Carro de Combate 30

FIGURA 13 Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações 30

FIGURA 14 Centro Integrado de Comando e Controle do Rio de Janeiro 31

QUADRO 6 Déficit comercial em semi-condutores 33

QUADRO 7 Objetivos Estratégicos do PNM.....39

QUADRO 8 Principais Medidas Estratégicas da PITCE.....41

QUADRO 9 CI-Brasil: Eixos e Estratégias.....44

QUADRO 10 Recursos destinados à formação de pessoal (em R$ milhões) 56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	*Anti-Lock Braking System*
ABDI	Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ABINEE	Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica
APL	Arranjo Produtivo Local
ASIC	*Application Specific Integrated Circuit*
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAPRE	Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico
CEITEC	Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada
CHIP	Circuito Integrado (*microchip*)
CI	Circuito Integrado
CKD	*Completely Knocked Down*
CMOS	*Complementary metal-oxide-semiconductor*
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPLD	*Complex Programmable Logic Device*
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
DRAM	*Dinamic Radom Access Memory*
DH	*Design House*
EEPROM	*Electrically-Erasable Programmable Read-Only Memory*
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FPGA	*Field- Programmable Gate Array*
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
I/O	*Input/Output*
IoT	*Internet of Things*
IP	*Intelectual Property*
ITA	Instituto Tecnológico da Aeronáutica
LASER	*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*
LED	*Light Emitting Diode*
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MF	Ministério da Fazenda
PADIS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores

PBM	Plano Brasil Maior
PCM	*Pulse Code Modulation*
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PDP	Política de Desenvolvimento Produtivo
PIB	Produto Interno Bruto
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
PNI	Política Nacional de Informática
PNM	Programa Nacional de Microeletrônica
PUCRS	Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
RAM	*Radom Access Memory*
RF	Radiofrequência
RFID	*Radio Frequency Identification*
SEI	Secretaria Especial de Informática
SISFRON	Sistema de Vigilância das Fronteiras
SKD	*Semi Knocked Down*
SoC	*System on Chip*
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
UNIPAR	Universidade Paranaense
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11
2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES 12
2.1 PROJETO DE SEMICONDUTORES 14
2.2 FABRICAÇÃO DE SEMICONDUTORES 16
2.3 ENCAPSULAMENTO E TESTE 20
2.4 AS TENDÊNCIAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO 21
3 OS NICHOS DE MERCADO E O CORRESPONDENTE IMPACTO NA BALANÇA COMERCIAL 22
3.1 O MERCADO DE EQUIPAMENTOS E BENS DE CONSUMO 22
3.2 O MERCADO DE DEFESA 26
3.3 O MERCADO DE SEGURANÇA 31
3.4 O IMPACTO NA BALANÇA COMERCIAL 32
4 AS PRINCIPAIS POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS DE APOIO À PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES 35
4.1 OS ESFORÇOS E AS POLÍTICAS ANTERIORES 35
4.1.1 A Secretaria Especial de Informática e a Lei n° 7232/84 36
4.1.2 O Período Collor e a Lei 8.248/91 38
4.1.3 O Plano Nacional de Microeletrônica 38
4.1.4 A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) 40
4.2 AS POLÍTICAS ATUAIS 44
4.2.1 Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) 45
4.2.2 Plano Brasil Maior (PBM) 45
4.3 OS PÓLOS INDUSTRIAIS DE PRODUÇÃO ELETRÔNICA 46
4.3.1 A Região Metropolitana de Campinas 47
4.3.2 A Zona Franca de Manaus 48
5 IMPACTO ESTRATÉGICO DA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS NO BRASIL 51
5.1 CONCEITOS BÁSICOS 51
5.2 ASPECTOS ESTRATÉGICOS 52
5.3 PROPOSTAS PARA O SEGMENTO 56
6 CONCLUSÃO 58
REFERÊNCIAS 60

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, temos observado a crescente penetração dos produtos eletrônicos na economia (Tavares, 2001, p.3). Dos brinquedos infantis a aviões e carros não tripulados, passando pela automação do agronegócio, indústrias e serviços, os componentes semicondutores estão no coração da Revolução da Informação, agregando parcelas cada vez maiores das funcionalidades e do custo a esses bens (Rivera et al, 2016, p. 345).

O Brasil atualmente importa praticamente todos os componentes eletrônicos semicondutores como insumos de produção, visando suprir nossa indústria eletroeletrônica e, constituindo-se assim, em um oneroso e pesado item de nossa pauta de importação.

A produção de componentes eletrônicos semicondutores em solo brasileiro traria um imediato processo de substituição de importações, permitindo consequentemente a formação de uma cadeia de fornecedores locais, o que impulsionaria em muito o desenvolvimento de nosso país em uma área praticamente inexistente e de alto valor agregado.

Tendo em vista o elevado nível tecnológico deste tipo de componente, torna-se necessário estruturar o correspondente sistema de capacitação científico-tecnológica, viabilizando a mão-de-obra especializada demandada, tanto para pesquisa, bem como para as áreas de produção.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, realizado através de pesquisas bibliográficas, apresentará em seus capítulos de desenvolvimento, os seguintes assuntos: os nichos de mercado e o correspondente impacto na balança comercial, o processo de produção de semicondutores, as principais políticas governamentais de apoio à pesquisa, desenvolvimento e produção de semicondutores, os aspectos estratégicos da produção de componentes eletrônicos no Brasil e, finalizando, propostas para este importante segmento industrial.

Abordaremos, portanto a seguir, tão relevante tema, propondo-nos a demonstrar a importância estratégica da produção de componentes eletrônicos semicondutores em solo brasileiro, sendo ele relevante para Defesa, Segurança e Desenvolvimento Nacionais.

2 O PROCESSO DE PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES

Segundo Campanario (2009), semicondutores são materiais, como silício, zinco e germânio, cuja resistividade elétrica caracteriza-se por estar situada entre os materiais bons condutores e os maus condutores (isolantes). Desta forma, componentes eletrônicos produzidos por este tipo de material podem atuar tanto como condutor como isolante, dependendo exclusivamente da polaridade da carga a ele aplicada.

Assim, os chamados **dispositivos semicondutores** (grifo nosso) são componentes eletrônicos fabricados com base no silício, os quais contém circuitos eletrônicos miniaturizados capazes de armazenar e processar informações na forma de impulsos elétricos.

Historicamente, devido às limitações técnicas das antigas válvulas eletrônicas, tais como: grandes dimensões, elevado consumo de energia, baixa durabilidade e baixa eficiência computacional, investimentos em pesquisas com materiais semicondutores iniciaram-se na busca de dispositivos de maior eficiência.

O resultado foi o desenvolvimento do primeiro dispositivo semicondutor: o transistor de germânio, o qual foi utilizado em circuitos amplificadores em substituição as válvulas empregadas. Segundo Amarante (2009), o desenvolvimento do transistor em 1947 foi a maior invenção do século XX.

Segundo Campanario (2009), os transistores constituem-se nos principais componentes dos circuitos integrados (CI) ou *microchip*, sendo que é a interligação dos transistores a responsável por dotá-lo de um processamento destinado a alguma aplicação.

Foi o emprego dos transistores interligados em larga escala que viabilizou o desenvolvimento de circuitos integrados extremamente complexos (microprocessadores, dispositivos de memória e etc). Assim, um único CI pode ser constituído por milhões de transistores internamente interligados, demonstrando uma característica marcante dos dispositivos semicondutores: a capacidade de miniaturização de componentes eletrônicos.

Segundo Campanario (2009), os diferentes tipos de componentes eletrônicos com os respectivos níveis de complexidade de sua estrutura interna são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1 – Diferentes tipos de componentes eletrônicos

Componentes	Estrutura interna
Discretos	Estrutura bastante simples, capaz de executar uma única função (resistores, capacitores, indutores, diodos e etc)
Integrados	Estrutura complexa, capazes de executar múltiplas funções (CI)
Optoeletrônicos	Componentes como os usados em telecomunicações
Sensores	Dispositivos de Medição

Fonte: Adaptado de Campanario (2009)

Segundo Campanario (2009), tornou-se comum chamar os circuitos integrados de semicondutores. O Quadro 2 apresenta os principais tipos de semicondutores existentes:

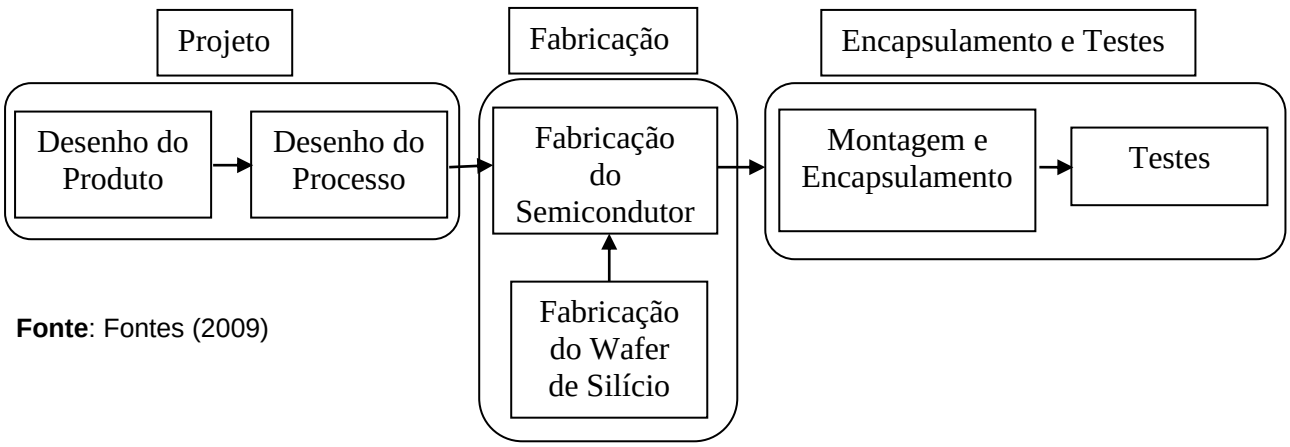
Quadro 2 – Principais tipos de semicondutores

Tipo de Semicondutor	Principais tipos de circuito integrado
Analógicos	Componentes que usam sinais analógicos como amplificadores
Micrológicos	Componentes como microprocessadores, microcontroladores e microperiféricos, incluindo também dispositivos programáveis lógicos como CPLDs e FPGAs
Memórias	Componentes para armazenamento de dados
ASICS	Circuitos integrados de aplicação específica

Fonte: Adaptado de Campanario (2009)

Em termos industriais, a cadeia produtiva de um circuito integrado é realizada em três diferentes etapas: Projeto (*Design*), Fabricação (*Front-end*) e Encapsulamento e Teste (*Back-end*), conforme apresentado na Figura 1:

Figura 1 – Cadeia Produtiva de um Circuito Integrado



Fonte: Fontes (2009)

2.1 PROJETO DE SEMICONDUTORES

A primeira etapa consiste no projeto do circuito integrado, o qual pode ser realizado por empresa verticalizada ou por empresas independentes e especializadas nesta etapa do processo produtivo, chamadas de *Design Houses (DH)*.

Segundo Araújo et al (2002), as *Design Houses* são empresas ou núcleos que, devido ao alto grau de especialização envolvido no projeto e desenvolvimento destes dispositivos, acabam se especializando em algum segmento da indústria de bens finais como, por exemplo, a criação de CIs para a indústria automotiva, para aplicação em sistemas de telecomunicações, para automação e controle de processos etc. Historicamente, esta especialização ocorreu na primeira metade da década de 80, passando estas a serem chamadas de *fabless* (sem fábrica), tendo como exemplo: a Qualcomm, a 3Com, a BroadCom, a Nvídea e a Qlogic na área de comunicações.

Os investimentos necessários para este tipo de empresa são relativamente pequenos, quando comparados aos investimentos necessários nas demais etapas. Os meios imprescindíveis a serem empregados são: estações de trabalho (workstations), pacotes de software para automação e simulação do projeto eletrônico e pessoal qualificado. Portanto, a implantação de atividades nesta etapa pode ser efetuada com relativa rapidez, desde que haja naturalmente demanda por projetos e disponibilidade de projetistas especializados para contratação.

Tendo em vista a complexidade desta etapa, existem diversas fases intermediárias no projeto de desenvolvimento de um CI que podem ser realizadas totalmente por apenas uma DH ou por várias DHs trabalhando em conjunto, mesmo em localidades diferentes. Desta forma, uma DH pode se especializar numa determinada fase do projeto de desenvolvimento de um CI.

Segundo Araújo et al (2002), as DH podem ser classificadas segundo sua vinculação e modelo de negócios, sendo identificadas três tipos diferentes de empresas neste segmento, aqui chamadas de DH1, DH2 e DH3, conforme apresentadas no Quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – Segmentação das *Design Houses*

Segmento	Tipo de Empreendimento	Característica / Mercado	Investimentos estimados
Design Houses	DH1 – Vinculada / Verticalizada	Vinculada a uma única empresa de semicondutores (com ou sem fabricação própria)	Relativamente pequeno, concentrado em: software, estações de trabalho e treinamento, na ordem de US$ 1 a 5 milhões.
	DH2 – Integradoras Independentes	Licencia ou contrata IP ou serviços de DH3	
	DH3 – Prestadoras independentes	Fornecedoras de módulos de IP e de software embarcado segundo especificações de DH1 e DH2	

Fonte: Adaptado de Araújo et al (2002)

As *Design Houses* classificadas como DH1, seriam aquelas vinculadas a uma empresa de semicondutores, sendo geralmente uma unidade de negócios dentro de uma corporação maior, atendendo exclusivamente sua própria empresa.

As grandes empresas de semicondutores tendem a criar estes grupos de engenharia de projeto fora do núcleo corporativo ou do país sede da empresa, especializando-os por segmento ou tipo de atividade, estando este fato relacionado à escassez e à alta rotatividade de projetistas em todo o mundo.

Por exemplo, foi estabelecida uma DH1 pela empresa INTEL desde 1974 em Israel. Já a empresa Motorola estabeleceu unidades de projeto de chips na Índia, na Irlanda, no Brasil e diversos outros países, focadas no projeto e desenvolvimento de chips para o mercado global.

Segundo Araújo et al (2002), as *Design Houses* classificadas como DH2, por sua vez, desenvolvem o design completo do chip ou integram módulos (partes do projeto dos chips) adquiridos junto a diversos fornecedores. Sua principal vantagem é o conhecimento das necessidades dos clientes, oferecendo soluções a partir do reuso e recombinação de módulos prontos.

As “integradoras” de serviços de engenharia, contribuem para o aumento da produtividade e reduzem o tempo de projeto subcontratando outras DH para módulos específicos. Elas viabilizam o modelo de negócios de IP (*intelectual property*) em torno de plataformas virtuais de integração de módulos projetados por diferentes equipes de projetistas. O reuso de células já disponíveis em novos

projetos de chips permite acelerar e baratear o desenvolvimento do projeto, além de torná-los mais específicos para uma determinada finalidade. Estes módulos são geralmente patenteados e oferecidos aos projetistas de outros grupos de engenharia ou de outras empresas.

Já as *Design Houses* do tipo DH3 (provedoras de IP mediante encomenda) desenvolvem *embedded software* (software embarcado) ou mesmo módulos sob contrato com uma DH2 integradora. Geralmente são empresas independentes que podem atuar de acordo com qualquer um dos modelos de negócio de IP (vendas/serviços, royalties e licenciamento).

Segundo Araújo et al (2002), o setor de telecomunicações domina atualmente o mercado de licenciamento de hardware IP, com 57% do valor das transações. O segundo maior mercado de bens finais a utilizar a compra de IP é o da eletrônica de consumo.

Por exemplo, as três empresas líderes no comércio de IP em 2001 (empresas ARM, MIPs e Rambus) responderam por 40% do valor das transações internacionais neste mercado, essencialmente porque se concentraram em microprocessadores e interface de entrada/saída (I/O) para chips de memória (*RAM*) e memória dinâmica (*DRAM*).

A empresa Gartner Dataquest identificou no mundo cerca de 450 fornecedores potenciais de IP em 2001, ainda que poucos tenham obtido sucesso comercial e grande volume de negócios ao ofertarem módulos de hardware que sejam facilmente reaproveitáveis.

2.2 FABRICAÇÃO DE SEMICONDUTORES

Segundo Araújo et al (2002), o mercado de CI apresentou, inicialmente, forte verticalização, integrando nas mesmas empresas (Fairchild, IBM, Texas Instruments, ATT, Motorola, NEC, Fujitsu, Samsung, INTEL e AMD) as etapas de projeto, fabricação de chips em *wafers* (lâminas de silícios), e empacotamento e teste.

A partir do início dos anos 80, inicia-se um processo de desverticalização do setor, com o surgimento de empresas que se especializam unicamente na produção

de chips, chamadas de *foundries* independentes ou fabricantes de chips por contrato.

Paralelamente, este modelo de fabricação por contrato propiciou então, a expansão de empresas de semicondutores que não possuíam fábricas de wafers, chamadas de *fabless*.

Empresas altamente inovadoras em design de chips, com circuitos integrados diferenciados, como as especializadas em *FPGAs* (empresas Xilinx e Altera), as dedicadas às placas de vídeo gráfico (empresa Nvidia), ou aos subsistemas de comunicação de dados (empresas Broadcomm e Qualcomm), são líderes no segmento de *fabless*.

Por razões técnicas, especialmente relacionadas à propriedade industrial crítica, as fabricantes de chips de memória mantêm integrados os segmentos de projeto e de fabricação. Isto ocorre porque o projeto é especializado, relativamente mais simples, focado em pequenas células de memória e a fábrica é dedicada a este único produto por anos, exclusivamente memórias dinâmicas RAM, EEPROMs, ou memórias flash, por exemplo.

Já por razões estratégicas do negócio, especialmente pela manutenção de virtual monopólio em torno de plataformas de computação pessoal e de servidores de informação, os fabricantes de microprocessadores, notadamente as empresas INTEL e a AMD, mantêm a verticalização de projeto, fabricação, encapsulamento e testes na mesma empresa, admitindo-se apenas a distribuição geográfica destas operações em diferentes fábricas e pela dispersão de grupos de engenharia de projeto de chips em diferentes unidades da mesma empresa.

Vale ressaltar que esta tendência à desverticalização é reforçada pelas flutuações do mercado. Ao transferir parte das atividades de difusão para *foundries* independentes, empresas de semicondutores reduzem seus riscos e a necessidade de investimentos elevados em novas plantas com recursos próprios.

Segundo Araújo et al (2002), as *foundries* podem ser classificadas segundo o tipo de empreendimento, sendo identificadas três diferentes níveis de empresas neste segmento, aqui chamadas de *foundries* de nível 1, nível 2 e nível 3, conforme apresentada no Quadro 4.

As *foundries* classificadas no nível 1 requerem investimentos relativamente pequenos, comparadas aos demais tipos, pois são direcionadas para produção de pequenas séries e não necessitam necessariamente tecnologia no estado da arte

litográfico. Estima-se que uma *foundry* nível 1 custa dezenas de milhões de dólares para a prototipagem de pequenas séries e para a produção em pequena escala de circuitos integrados CMOS.

As *foundries* deste tipo criam oportunidades de inovação em outros segmentos não convencionais, não necessariamente de sistemas eletrônicos, que também exigem a microfabricação sobre materiais semicondutores e, portanto, devem ser dotadas de capacidade flexível para atender a mais de uma linha de produtos.

Quadro 4 – Segmentação das *Foundries*

Segmento	Tipo de Empreendimento	Característica / Mercado	Investimentos estimados
Foundries	Nível 1	Prototipagem de pequenas séries. Produção de CMOS em baixa escala.	Na ordem de US$ 10 a 100 milhões.
	Nível 2	Fornece para segmentos especializados do mercado: automotivos, memórias, sensores, transceptores de RF e sistemas micro eletromecânicos.	Na ordem de US$ 400 milhões.
	Nível 3	Mega-fábricas produzindo microprocessadores e memórias principalmente.	Na ordem de US$ 1 a 2 bilhões.

Fonte: Adaptado de Araújo et al (2002)

A demanda de produtos *systems on a chip* (SoC) é crescente, abrindo um nicho de mercado para empresas de menor porte, dedicadas exclusivamente à produção de protótipos e chips sob medida em pequena escala.

Já as *foundries* de nível 2 constituem a maioria das fábricas de wafers no mundo, pois têm média escala e não necessitam obrigatoriamente de tecnologia no estado da arte. A tecnologia utilizada é definida como *trailing edge* quanto ao processo litográfico, trabalhando no intervalo de 0,25µm, 0,35µm, 0,5µm, 0,6µm e 0,8µm de largura mínima de linha litograficamente definida. As fábricas não utilizam os processos litográficos mais densos (*steppers* de luz ultravioleta DUV 0,193µm e 0,157µm) e, via de regra, operam com lâminas de 20 cm de diâmetro ou menos.

O fator estratégico mais importante para estas empresas é o atendimento de segmentos especializados do mercado, a exemplo dos componentes automotivos, memórias flash/EEPROMs, sensores, transceptores de RF e sistemas micro-eletro-mecânicos. As *foundries* de nível 2, para sobreviverem nestes segmentos e nichos com tecnologias litográficas no *trailing edge*, precisam investir continuamente no desenvolvimento de tecnologias de processo de fabricação.

Em Taiwan, país com expressiva participação no setor, operam 21 empresas fabricantes de chips que podem ser classificadas no nível 2. O investimento estimado em uma *foundry* deste nível é da ordem de US$ 400 milhões de dólares.

As *foundries* de nível 3, por sua vez, caracterizam-se pelas mega-fábricas, operando em escalas muito elevadas, operando em um mercado crescentemente concentrado.

Identificam-se apenas duas famílias de produtos que, pela demanda projetada, justificam com segurança os investimentos em *foundries* nível 3: os microprocessadores para computação pessoal e para computação móvel e as memórias RAM que acompanham os processadores nos sistemas. Para manter sua dominância no mercado de computadores pessoais, a INTEL investe continuamente para manter-se nesse grupo, com *foundries* nível 3 e tecnologia próprias, utilizando litografia no estado da arte.

As *foundries* de nível 3 apenas viabilizam-se competindo no estado da arte e em segmentos específicos. Pelo nível de investimento requerido em mega-operações fabris, tais empresas tendem a formar consórcios pré-competitivos para realizar atividades de pesquisa e desenvolvimento para avançar o estado da arte. Em particular, o desenvolvimento dos equipamentos de fabricação de última geração para as foundries é feito em consórcios tecnológicos.

As *foundries* de nível 3 caracterizam-se por demandar alto volume de investimentos, da ordem de 1 a 2 bilhões de dólares. Tal investimento só pode ser recuperado com alta escala de produção (capacidade máxima acima de 25.000 lâminas por mês), visando o mercado global e utilizando processo litográfico no estado da arte.

Seguindo o exemplo de Taiwan, apenas a empresa TSMC está capacitada em tecnologia no estado da arte com litografia avançada para ser de nível 3. Esta última compete no mercado internacional para fabricação de SoCs ou ASICs sob

medida para grandes clientes, inclusive para outras grandes empresas de semicondutores.

2.3 ENCAPSULAMENTO E TESTE

A etapa final da cadeia produtiva de chips é chamada de encapsulamento e testes e é tradicionalmente realizada pelas próprias empresas produtoras de chips. Porém, há uma forte tendência à desverticalização, com o surgimento de empresas independentes, chamadas de *back-end*, as quais atuam mais próximas aos clientes e requerem menores investimentos.

As empresas de *back-end* podem ser classificadas conforme disposto no Quadro 5 abaixo:

Quadro 5 – Segmentação das *Back-ends*

Segmento	Tipo de Empreendimento	Característica / Mercado	Investimentos estimados
Back-end	Verticalizada	Integradas a empresas fabricantes de semicondutores.	
	Independente	Atendem a *foundries* independentes. Atuam no encapsulamento, testes ou ambos.	

Fonte: Adaptado de Araújo et al (2002)

São consideradas verticalizadas quando integradas à empresa de semicondutores que detém a *foundry.* São chamadas de independentes quando especializadas exclusivamente em toda etapa de encapsulamento e teste, sob contrato para empresas de semicondutores, ou parcialmente, apenas no encapsulamento ou nos serviços de testes.

O exemplo mais emblemático de descentralização de atividade de *back-end* verticalizado é a fábrica da Intel na Costa Rica, especializada na montagem e teste de microprocessadores. Outro mercado para as empresas de *back-end* são as *foundries* independentes que recorrem ao outsourcing por serem especializadas apenas na etapa de difusão. As empresas independentes de encapsulamento e

testes são encontradas predominantemente na Ásia, em Singapura, Malásia, Indonésia, Coréia e Taiwan.

2.4 AS TENDÊNCIAS DO PROCESSO DE PRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos e aceleradas a partir de 1980, as tendências mundiais mais significativas verificadas na indústria de circuitos integrados, segundo o Araújo et al (2002, p. 10), foram:

i) A crescente desverticalização do setor, viabilizando a emergência de empreendimentos especializados e altamente interdependentes em escala global;
ii) A distribuição das atividades de uma mesma empresa em escala global, sempre voltadas a um mercado igualmente globalizado em seus padrões, produtos e práticas de engenharia. As unidades operacionais especializadas em cada segmento operam em diferentes países, porém subordinadas às estratégias de P&D, de desenvolvimento de produtos e logística unificados, ágeis e eficientes;
iii) Uma alta taxa de inovação em técnicas de projeto e de produção dos CIs, com investimentos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia de produto muito acima da média dos outros setores da indústria de transformação
iv) Um padrão de inovação tecnológica incentivado pela demanda (*demand-pull*), e fortemente influenciado pelas tendências específicas dos segmentos de bens finais de base eletrônica (telecomunicações, informática, automotiva, etc.)

3 OS NICHOS DE MERCADO E O CORRESPONDENTE IMPACTO NA BALANÇA COMERCIAL

3.1 O MERCADO DE EQUIPAMENTOS E BENS DE CONSUMO

Os diferentes nichos de mercado serão detalhados baseados na distribuição descrita no Programa Nacional de Microeletrônica (PNM, 2002):

> A demanda por componentes semicondutores pode ser analisada de acordo com a segmentação do mercado de equipamentos e bens de consumo de base eletrônica:
>
> - Informática;
> - Telecomunicações/infraestrutura de comutação e transmissão;
> - Sistemas de comunicação sem fio;
> - Computação móvel;
> - Eletrônica embarcada;
> - Eletrônica de consumo (áudio e vídeo);
> - Optoeletrônica;
> - Mostradores (displays) e terminais variados.

A fim de compreendermos o **segmento de Informática** (grifo nosso), apresentaremos seu entendimento segundo Ikehara (1997, p.11):

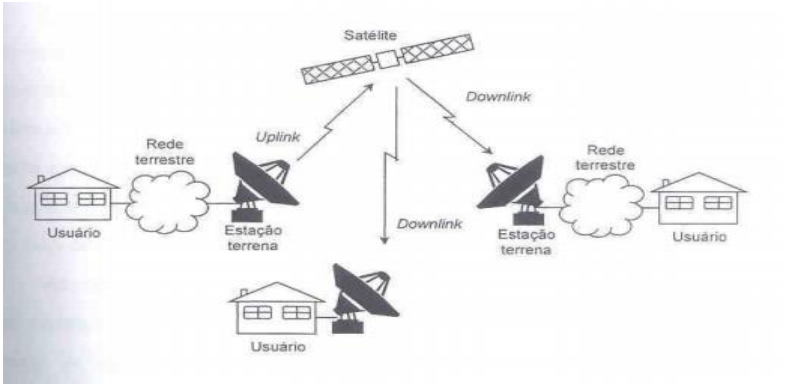
> A informática é entendida como um conjunto de ferramentas e processos utilizadas para captação, armazenamento, processamento e transmissão digital de dados, onde se inclui a microeletrônica como insumo básico, que compreende os componentes eletrônicos semicondutor, optoeletrônicos, bem como dos respectivos insumos de grau eletrônico; as máquinas, equipamentos e dispositivos baseados em técnica digital, como os computadores e seus periféricos; o controle das máquinas de escritórios; os processos de tratamento das informações, quais sejam, os programas para computadores e máquinas automáticas de tratamento de informações e as atividades relativas ao uso da informática que incluem a estruturação e exploração de bases de dados e serviços técnicos de informática.

O **segmento de Telecomunicações/infraestrutura de comutação e transmissão** (grifo nosso) corresponde aos sistemas de comunicações que empregam satélites posicionados em diferentes órbitas ao redor de nosso planeta, os quais funcionam como repetidores para a comunicação entre diferentes estações terrenas.

Segundo Protzec (2001), para que realizar essa comutação, os circuitos eletrônicos internos do satélite, chamados de *transponders*, são constituídos basicamente das seguintes estruturas: receptor, amplificador de baixo ruído,

conversor de frequência, amplificador de alta potência e transmissor. O *transponder* recebe o sinal emitido pela estação terrena numa determinada frequência, chamada de *uplink*. Em seguida, este sinal passa por um amplificador nesta frequência (*uplink)*, tendo em vista que o sinal recebido no *transponder* chega de forma fraca (debilitada) ao atravessar as diferentes camadas atmosféricas. Ato contínuo, ele é convertido para a frequência de transmissão, chamada de *downlink.* O sinal é então amplificado nesta frequência (*downlink)* e imediatamente retransmitido de volta a Terra. As frequências de *uplink* e *downlink* são naturalmente diferentes e espaçadas a fim de evitar interferência entre ambos sinais.

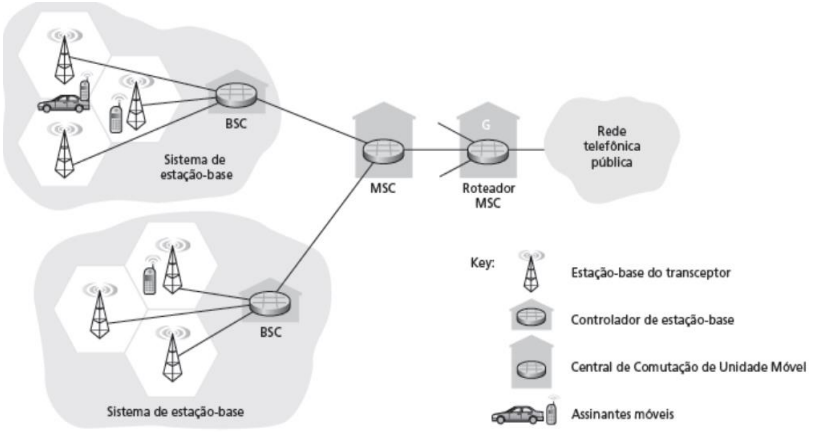
Figura 2 – Estrutura Básica de um Sistema de Comunicações por Satélite



Fonte: Protzek (2001)

O segmento de **sistemas de comunicações sem fio** (grifo nosso) ou sistemas de comunicações móveis podem ser definidos como sistemas que podem realizar movimento relativo entre suas partes.

Figura 3 – Estrutura Básica de um Sistema de Comunicações de Celular



Fonte: http://docplayer.com.br/4896816-Capitulo-6-redes-sem-fio-e-redes-moveis.html

Um sistema de comunicações sem fio abrange normalmente, além das partes móveis, segmentos fixos, como enlaces entre as estações rádio-base e a estação de comutação e controle, ambas entidades presentes, por exemplo, num sistema de telefonia celular, conforme a Figura 3 acima.

Com relação ao **segmento computação móvel** (grifo nosso), apresentamos o seu conceito segundo Araújo (2003, p. 49):

> A computação móvel baseia-se no aumento da nossa capacidade de mover fisicamente serviços computacionais conosco, ou seja, o computador torna-se um dispositivo sempre presente que expande a capacidade de um usuário utilizar os serviços que um computador oferece, independentemente de sua localização. Combinada com a capacidade de acesso, a computação móvel tem transformado a computação numa atividade que pode ser carregada para qualquer lugar.

Naturalmente, o segmento computação móvel suporta-se nas tecnologias de comunicação sem fio, de forma a permitir que os computadores estejam sempre interligados a uma rede, assegurando-lhes continuidade aos serviços computacionais utilizados pelo usuário.

Com relação ao **segmento eletrônica embarcada** (grifo nosso), ANJOS (2011) descreve-o conforme abaixo:

> Um sistema eletrônico embarcado é um sistema projetado para executar uma ou algumas funções específicas, normalmente oferecendo resposta em tempo real (*real time contraints*). Analogamente ao computador pessoal, um sistema eletrônico embarcado deve ser flexível e capaz de controlar diversas necessidades dos usuários. Para isso, utilizam-se de processadores centrais que controlam os módulos espalhados pelo veículo, como os microcontroladores e os processadores digitais de sinais, que convertem sinais analógicos em sinais digitais, como o nível de combustível no tanque de um veículo.

Para o caso da indústria automobilística, a eletrônica embarcada é empregada em diferentes tipos de aplicação como: freios inteligentes (*Anti-Lock Braking System* – ABS), sistema de controle de estabilidade (*Eletronic Stability Control*), controle de tração (*Traction Control*) e o Módulo de Controle do Motor (*Engine Control Module*). Segundo ANJOS (2011):

> Esses sistemas embarcados executam tarefas específicas em sua aplicação ao contrário dos sistemas eletrônicos de mercado, que se diferenciam por serem mais flexíveis para uma proposta geral. Alguns ainda realizam tarefas em tempo real que devem atender os requisitos de segurança e usabilidade necessários para os sistemas mais sofisticados.

Na Figura 4 a seguir, apresentamos algumas das diferentes tecnologias eletrônicas embarcadas que podem ser encontrados nos veículos modernos:

Figura 4 – Tecnologias Embarcadas em Veículos Modernos

Tecnologia embarcada
Mais segurança, conforto e conectividade é o que a tecnologia embarcada vem trazendo cada dia mais para dentro dos automóveis. As inovações vão desde sensores de fadiga a sofisticados sistemas de navegação por voz e displays no para-brisa do carro
HEAD-UP DISPLAY
Tecnologia oriunda dos aviões de combate, o Head-up Display disponibiliza informações (como rota, velocidade e nível de combustível), evitando que o motorista se distraia ou tenha de tirar as mãos do volante. Marcas como BMW e Mercedes têm incluído o dispositivo há algum tempo em seus carros
SENSOR DE FADIGA
Atualmente é possível avaliar não apenas riscos externos – por meio de sensores anticolisão –, como também as condições físicas do motorista. Sensores leem oscilações do automóvel, tempo de reação e constância de velocidade para determinar o nível de cansaço e emitir um alerta
PAINEL DE INSTRUMENTOS
Reúne, em um único display, uma série de informações de visualização rápida, que vão do nível de óleo ou água do carro até o controle do aquecimento individual dos bancos e do volante. Em alguns painéis é possível acessar o manual do carro
SENSORES DE AMBIENTE EXTERNO
Alguns já foram agregados aos automóveis nacionais, como o sensor de temperatura de ar, que regula o ar-condicionado; o sensor de chuva, que aciona os limpadores; e o sensor crepuscular, que mede a luz e, se necessário, aciona os faróis
CONTROLES HANDS-FREE
Permite aos motoristas usar as mãos apenas para dirigir. Comandos "hands-free", com sensores de reconhecimento de voz e movimento, estão cada vez mais incorporados aos instrumentos de eletrônica embarcada
ABAFAMENTO DE RUÍDOS
Desenvolvido pela Ford, reduz gradativamente dentro do carro os ruídos do motor e da rua. A redução é feita com microfones interligados ao sistema de áudio do veículo. O computador de bordo mede o som e gera ondas sonoras que anulam o barulho vindo de fora
CONECTIVIDADE
Lá fora já há carros com internet em alta velocidade para até oito conexões. A ideia é transformar o automóvel em um autêntico hotspot. Entre as inovações estão o controle à distância, que permite, por exemplo, ligar o ar-condicionado e alterar o limite de velocidade via celular
DISPLAY DE INFORMAÇÕES
Nos novos automóveis, painéis lotados de medidores e luzes estão sendo substituídos por um display com múltiplas telas que podem ser intercambiadas e nas quais estão incorporados, entre outros instrumentos, GPS, visor do assistente de estacionamento e tela de internet

Fonte: https://www.google.com.br/search?biw=1920&bih=949&tbm=ish&sa=1&q=a+eletronica+embarcada+de+um+automovel.html

No que se refere ao **segmento de eletrônica de consumo: áudio e vídeo** (grifo nosso), os equipamentos eletrônicos são os mais variados possíveis encontrados no mercado: televisões, rádios, aparelhos de DVD, *CD players*, aparelhos celulares, etc, sendo um mercado em constante renovação, tendo em vista a constante evolução da eletrônica, aumentando cada vez mais o desempenho destes produtos.

O **segmento de optoeletrônica** (grifo nosso), por sua vez, engloba um conjunto muito variado de componentes eletrônicos, cujo princípio de funcionamento baseia-se na interação entre a radiação eletromagnética (luz) e os elétrons dos materiais utilizados em sua fabricação.

Assim, segundo Pereira (2010, p. 7.1), os dispositivos de materiais semicondutores de particular importância são:

> 1) os fotodetectores: convertem num sinal eléctrico as alterações das suas propriedades eléctricas resultantes da incidência de luz. Ex: fotoresistências fotodiodos, fototransistores e fototiristores;
> 2) os emissores de luz: transformam energia eléctrica em radiação luminosa. Ex: díodos emissores de luz (LED – *Light Emitting Diode*) e fontes

> coerentes de radiação (LASER – *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*);
> 3) os conversores optoeletrônicos: transformam energia luminosa em energia elétrica. Ex: células solares;
> 4) os acopladores ópticos: promovem a ligação óptica entre dois circuitos (o emissor e o detector de luz) que se encontram isolados galvanicamente.

A Figura 5 abaixo apresenta um conjunto de células solares produzidas em módulos de silício e destinadas a geração de energia para residências.

Figura 5 – Células Solares para Geração de Energia

Fonte: http://g1.globo.com/Noticias/Ciencia/0,,MUL1423510-5603,00.html

No que se refere ao **segmento de mostradores (displays) e terminais variados** (grifo nosso), estes são amplamente utilizados na fabricação de outros equipamentos eletrônicos.

Figura 6 – Displays de diferentes tipos

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=Displays&tbm=isch&tbs.html

3.2 O MERCADO DE DEFESA

O uso da eletrônica na área de defesa é amplamente utilizado, tornando o emprego de forças militares cada vez mais precisas e letais. Segundo NEGRETE et al (2016), o mercado de Defesa pode ser didaticamente segmentado em:

a) Equipamentos de Uso Individual

b) Armas, Munições Leves e Pesadas e Explosivos;
c) Sistemas Eletrônicos e de Comando e Controle;
d) Plataforma Militar Aérea;
e) Plataforma Militar Naval;
f) Plataforma Militar Terrestre; e
g) Sistemas Espaciais voltados para Defesa.

Segundo NEGRETE et al (2016):

> Equipamentos individuais são aqueles conduzidos pelo militar, destinando-se à sua proteção, condução de outros itens de material, sobrevivência em campanha, uso de armamento e execução de tarefas comuns ou específicas.

Neste segmento, podemos elencar com uso intenso de eletrônica: equipamentos de visão noturna e equipamentos GPS para orientação no terreno, dentre outros.

Figura 7 – Equipamento de visão noturna

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=equipamento+de+visão+noturna.html

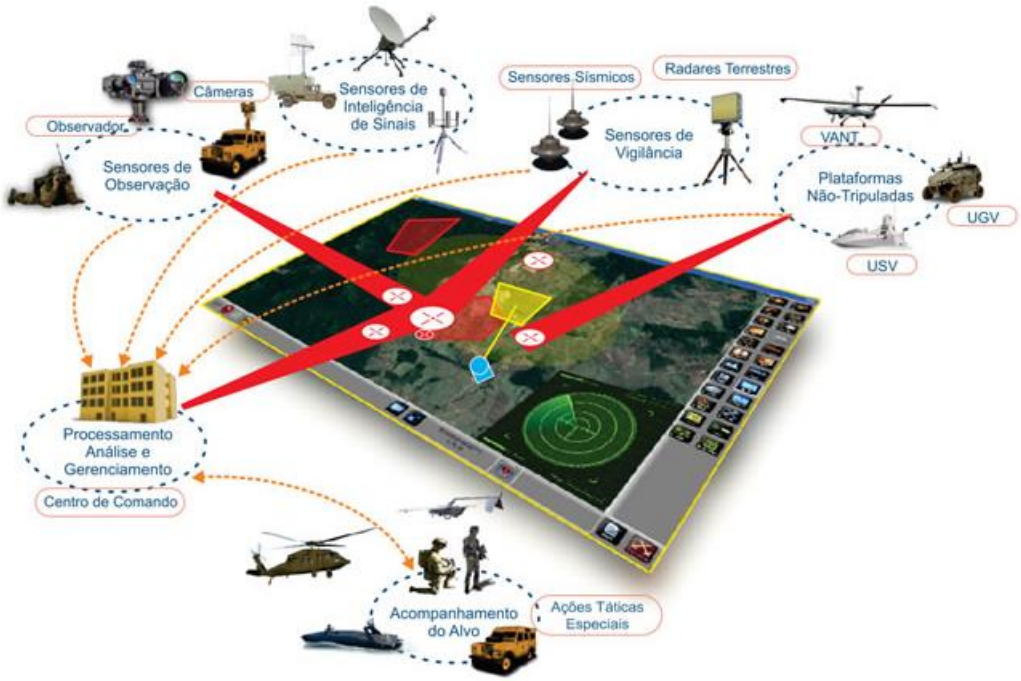
No segmento Armas, Munições Leves e Pesadas e Explosivos, sobressaem-se com uso intenso de eletrônica: as bombas guiadas à laser, os mísseis guiados por sistemas de navegação inicial e o canhão de pulso eletromagnético, dentre outras.

Figura 8 – Bomba Guiada à Laser

Fonte: Agência da Força Aérea (2016)

No que se refere ao segmento Sistemas Eletrônicos e de Comando e Controle, sobressaem-se, por sua vez, com uso intenso de eletrônica: radares, sistemas eletrônicos de direção de tiro, sistemas eletrônicos de vigilância, equipamentos de guerra eletrônica e equipamentos de comunicações.

Figura 9 – Projeto SISFRON



Fonte: http://www. forte.jor.br/wp-content/uploads/2013/04/sisfron.jpg

A Plataforma Militar Aérea é definida, segundo NEGRETE et al (2016, p. 399), como:

> O segmento de plataforma aeronáutica militar abrange todo o conjunto de aeronaves e equipamentos aeronáuticos empregados em atividades militares, desde os aviões de combate utilizados para garantir a superioridade aérea, até aeronaves de apoio, como transporte, treinamento, busca e salvamento.

De fato, estas plataformas são produtos complexos, compostos por uma variedade de componentes nas áreas de materiais, mecânica e eletrônica. Nesta última área, destacam-se; a aviônica (equipamentos da eletrônica de bordo), equipamentos de comunicações e informática.

Figura 10 – Aviônica avançada do Caça A-29

Fonte: http://cafajur.blogspot.com.br/2011/04/forca-aerea-brasileira-29-super-tucano.html

Para o caso da Plataforma Militar Naval, esta é identificada como o próprio navio de guerra (NEGRETE et al, 2016, p.180). Esse, por sua vez, possui diversos sistemas (sistemas de armas, sistemas de comunicações, sistemas de navegação, etc) os quais empregam largamente sistemas eletrônicos os mais variados.

Figura 11 – Sistemas de Combate de um Navio de Guerra

Fonte: https://www.google.com.br/search?biw=1920&bih=900&tbm=isch&sa=1&q=radares+de+um+porta-avioes&oq=radares+de+um+porta-avioes.html

Segundo NEGRETE et al (2016, p. 345), para o caso da Plataforma Militar Terrestre, esta é entendida em seu sentido restrito como “plataforma produto”, assemelhando-se a “plataforma automotiva” e, em última instância, poderia ser substituída por “veículos militares terrestres”.

Atualmente, tal como nas plataformas aéreas, a eletrônica embarcada em um carro de combate é bastante sofisticada, sendo um dos diferenciais nos combates terrestres.

Figura 12 – Eletrônica embarcada em um Carro de Combate

Fonte: http://www.planobrazil.com/wp-content/uploads/2014/04/T-90MS_eng-12.jpg

Segundo NEGRETE et al (2016, p. 511), o segmento **Sistemas Espaciais voltados para Defesa** pode, de um modo geral, ser subdividido em quatro principais atividades:

> i) a fabricação;
> ii) o lançamento;
> iii) as operações; e
> iv) os serviços de satélite.
> Esses serviços podem ser divididos de acordo com os objetivos de suas aplicações: comunicações (comerciais ou governamentais), pesquisa, desenvolvimento, ciência espacial, navegação, meteorologia, vigilância militar e sensoriamento remoto.

Figura 13 – Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações

Fonte: http://www.planobrazil.com/satelite-geoestacionario-de-defesa-e-comunicacoes-estrategicas-sgdc/

3.3 O MERCADO DE SEGURANÇA

A Constituição Federal, promulgada em 05 de outubro de 1988, define em seu artigo 144, quais são os órgãos de segurança pública do Estado Brasileiro:

> Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:
> i) polícia federal;
> ii) polícia rodoviária federal;
> iii) polícia ferroviária federal;
> iv) policias civis; e
> v) policias militares e corpos de bombeiros militares.

Estes órgãos de segurança pública valem-se, em grande parte, das tecnologias desenvolvidas para emprego na área de defesa para o atendimento de suas necessidades operacionais.

Desta forma, empregam equipamentos eletrônicos similares aos equipamentos do mercado de defesa adequados as suas respectivas necessidades como: sistemas de videomonitoramento, sistemas de comunicações, equipamentos de visão noturna e etc, os quais já foram citados na sessão anterior.

Figura 14 – Centro Integrado de Comando e Controle do Rio de Janeiro

Fonte: https://www.google.com.br/search?q=centro+de+comando+e+controle+integrado.html

3.4 O IMPACTO NA BALANÇA COMERCIAL

A indústria de eletroeletrônicos representa cerca de 3% do Produto Interno Bruto do Brasil, que atualmente é o sétimo maior do mundo. O país é, desde 2011, o terceiro maior mercado do mundo em venda de computadores, depois de Estados Unidos e China, e o quinto maior no comércio de celulares, após China, Índia, Estados Unidos e Indonésia.

O faturamento do setor no Brasil atingiu R$ 153,8 bilhões em 2014 (cerca de 45 bilhões de euros), um recuo de 1,9% sobre o dado de 2013. O total de empregados no caiu de 177,9 mil, em dezembro de 2013, para 174,1 mil funcionários, em dezembro de 2014, de acordo com relatório da ABINEE (Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica) (In GOMES, 2015).

Por um lado, a retração do setor em termos de faturamento acompanha o desaquecimento da economia brasileira em geral. Em 2015, o PIB do país cresceu apenas 0,1%. Entretanto, há também uma razão estrutural para a queda: a venda de tablets tem crescido em participação no setor de informática em detrimento dos notebooks. Com isso, os tablets, em geral mais baratos do que notebooks, reduzem o valor médio do produto vendido. A consultoria IDC (In GOMES, 2015) estima que a participação de tablets na venda de computadores pessoais passou de 17%, em 2012, para 48%, em 2014. Isso ajudou a afundar a venda da área de informática em 20% no ano.

As outras áreas do setor de eletroeletrônico que também caíram foram geração, transmissão e distribuição de energia, e componentes elétricos e eletrônicos, mas ambas em patamar menor, de apenas 3%.

Segundo GOMES (2015), outras áreas, por sua vez, expandiram suas vendas em 2014. A venda de celulares aumentou 7%, passando de 65,6 mil aparelhos em 2013 para 70,3 mil unidades em no ano de 2014. No mesmo período, as vendas de smartphones subiram de 35,2 mil unidades para 54,6 mil, representando 78% do mercado. Outras duas áreas da indústria de eletroeletrônicos que registraram avanço em 2014 foram automação industrial e equipamentos industriais

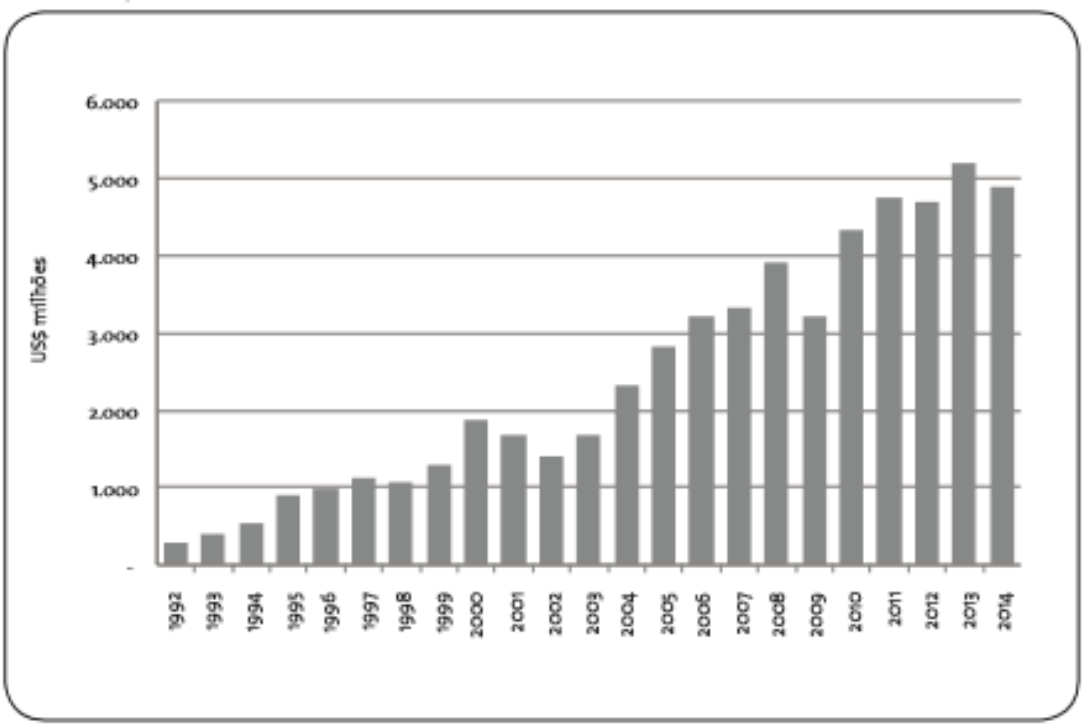
A desvalorização da moeda brasileira, o real, frente ao dólar, na casa de 8% em 2014, ajudou a melhorar a rentabilidade do setor de eletroeletrônicos, mas não a

ponto de alavancar as exportações. As operações de venda para o exterior caíram para US$ 6,6 bilhões, 9% abaixo das registradas no ano de 2013 (US$ 7,2 bilhões). Essa retração foi puxada pelo recuo nas aquisições de países da América Latina. As exportações para os países dessa região somaram US$ 3,1 bilhões em 2014, 17% abaixo das realizadas em 2013.

No entanto, as vendas para algumas regiões apresentaram crescimento, estimulado pela própria desvalorização cambial, que torna mais barato os produtos fabricados no Brasil. Destacaram-se em 2014, as exportações para Estados Unidos (+1,5%) e Ásia (+14,7%), que, em 2014, representaram 29% das exportações do setor. Só o mercado asiático correspondeu a 11%.

Já as importações do setor de eletroeletrônicos recuaram 6% em 2014 em relação ao ano anterior, passando de US$ 43,6 bilhões para US$ 41,2 bilhões. O principal recuo se deu na área de geração, transmissão e distribuição de energia, com queda de 24,5%.

Quadro 6 – Défict comercial em semi-condutores



Fonte: Rivera (2016)

Com estes resultados, o déficit da balança comercial dos produtos eletroeletrônicos, em 2014, atingiu US$ 34,6 bilhões, 5% abaixo do déficit do ano anterior (US$ 36,4 bilhões).

O Brasil tem registrado déficits comerciais crescentes em semicondutores, conforme apresentado no Quadro 6. Ele é subestimado pelo fato de não serem contabilizados os chips embarcados em produtos, partes e peças importados.

O esvaziamento da cadeia eletrônica tende ainda a se estender a outros setores em que o país tem participação relevante na indústria mundial, como de bens de capital, automotivo, equipamentos médicos e etc.

Atualmente, observamos uma tendência mundial no que se refere a conectividade de equipamentos e utensílios à internet, chamado de: Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT), a qual emergiu dos avanços de várias áreas como: sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento.

Segundo Santos et al (2016, p. 2):

> A Internet das Coisas, em poucas palavras, nada mais é que uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia-a-dia (quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem à Internet. A conexão com a rede mundial de computadores viabilizará, primeiro, controlar remotamente os objetos e, segundo, permitir que os próprios objetos sejam acessados como provedores de serviços. Estas novas habilidades, dos objetos comuns, geram um grande número de oportunidades tanto no âmbito acadêmico quanto no industrial. Todavia, estas possibilidades apresentam riscos e acarretam amplos desafios técnicos e sociais.

Desta forma, podemos inferir que, se medidas eficazes não forem tomadas para que componentes eletrônicos semicondutores sejam produzidos no Brasil, a tendência para os próximos anos é de **sério agravamento do déficit comercial** à medida que se proliferam com grande rapidez, a utilização dos dispositivos eletrônicos para conexão das IoT (grifo nosso).

4 AS PRINCIPAIS POLÍTICAS GOVERNAMENTAIS DE APOIO À PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE SEMICONDUTORES

4.1 OS ESFORÇOS E AS POLÍTICAS ANTERIORES

As primeiras instituições a desenvolverem pesquisas de semicondutores foram o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), a partir de 1953, e o Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), nos anos 60, quando a indústria eletrônica brasileira começou a ser implementada.

Em 1972, foi criada a Coordenação das Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE). Dentro de seus objetivos destacamos: a racionalização dos investimentos governamentais e a elevação da produtividade no uso de equipamentos do setor público.

Segundo IKEHARA, (p. 9, 1997), o II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), definido pelo Presidente Geisel para o período 1975-1979, estava integrado por duas diretrizes interligadas: a montagem de um novo padrão de industrialização e o fortalecimento da empresa privada nacional.

Desta forma, no Capítulo III – Estratégias Industrial e Agropecuária do II PND, determina-se que:

> ... a estratégia industrial, no período, cuidará principalmente dos seguintes pontos:
> I – Desenvolvimento dos setores de base e, como novas ênfases, particularmente da Indústria de Bens de Capital, da Indústria Eletrônica de Base e da área de Insumos Básicos.
> ...
> Quanto a Indústria Eletrônica de Base, dada a importância dos sistemas integrados de comunicação e informática, base tecnológica da moderna indústria e administração, deverá ser desenvolvida no País, a eletrônica digital.
> Assinale-se, a propósito, que será continuado a esforço de expansão da produção de equipamentos eletrônicos e, principalmente, de computadores comerciais de grande porte, inclusive para exportação, com crescente valor adicionado no País, na forma como já vem ocorrendo.
> Ao mesmo tempo, será implantada a indústria e transferida efetivamente a tecnologia, no campo da eletrônica digital. Isso se fará pela implantação da indústria brasileira de minicomputadores, sob controle de capital nacional, pela fabricação de processadores de centrais eletrônicas de comutação, na área de telecomunicações, e pela implantação de sólida indústria nacional de componentes eletrônicos sofisticados, como os circuitos integrados.

Em termos industriais, a primeira fábrica de microeletrônica no Brasil data de 1975, sendo essa, uma unidade de montagem e testes de circuitos integrados da Empresa Philco.

4.1.1 A Secretaria Especial de Informática e a Lei n° 7232/84

Em 02 de outubro de 1979, é criada através do Decreto N° 84.067, a Secretaria Especial de Informática (SEI), sendo um órgão complementar ao então Conselho de Segurança Nacional. De acordo com o Decreto supracitado, citamos algumas de suas competências:

> Art. 5° Compete à Secretaria Especial de Informática:
> I – Assessorar a pesquisa desenvolvimento, produção, importação e exportação de componentes eletrônicos a semicondutor, opto-eletrônicos bem como dos respectivos insumos de grau eletrônico.
> II - Elaborar e propor o Plano Nacional de Informática, a ser aprovado pelo Presidente da República.
> III - Executar, direta e indiretamente, o Plano Nacional de Informática.
> IV - Administrar os recursos e os fundos destinados ao desenvolvimento do Setor.
> ...
> VI - Propor medidas para o tratamento adequado ao atendimento das necessidades específicas das Forças Armadas, áreas estratégicas e de Segurança Nacional, no setor de Informática.
> ...
> VIII - Promover e incentivar as atividades produtivas, de serviços e comerciais na área de Informática.
> ...
> X – Promover e incentivar a realização de estudos prospectivos para o setor de Informática
> XI – Promover e incentivar a formação de recursos humanos necessários ao setor da Informática, em seus diferentes níveis.
> XII – Promover e incentivar a pesquisa científica e tecnológica no setor da Informática.
> ...
> XXI - Pronunciar-se sobre a concessão de benefícios fiscais ou de outra natureza por parte de órgãos governamentais a projetos do setor de Informática.

Após anos de debates e sob a coordenação da SEI, é promulgada a Lei n° 7.232, de 29 de outubro de 1984, a qual se refere a Política Nacional de Informática (PNI).

Tendo em vista a elevada demanda de componentes eletrônicos semicondutores na fabricação das diversas placas que compõem os computadores, estes são considerados dentro das atividades de informática, conforme abaixo apresentado:

> Art. 3°. Para os efeitos desta Lei, consideram-se atividades de informática aquelas ligadas ao tratamento racional e automático da informação e, especificamente as de:
> I – Pesquisa desenvolvimento, produção, importação e exportação de componentes eletrônicos a semicondutor, opto-eletrônicos bem como dos respectivos insumos de grau eletrônico.
> ...

Em seu Artigo 4°, foram definidos os instrumentos da PNI, os quais destacam-se:

> Art. 4°. São instrumentos da Política Nacional de Informática:
> I – o estímulo ao crescimento das atividades de informática de modo compatível com o desenvolvimento do País;
> ...
> V - a formação, o treinamento e o aperfeiçoamento de recursos humanos para o setor;
> VI - a instituição de regime especial de concessão de incentivos tributários e financeiros, em favor de empresas nacionais, destinados ao crescimento das atividades de informática;
> ...
> VIII - o controle das importações de bens e serviços de informática por 8 (oito) anos a contar da publicação desta Lei;
> ...

Também é determinada a criação da reserva de informática no Brasil:

> Art. 9°. Para assegurar adequados níveis de proteção às empresas nacionais, enquanto não estiverem consolidadas e aptas a competir no mercado internacional, observados critérios diferenciados segundo as peculiaridades de cada segmento específico de mercado, periodicamente reavaliados, o Poder Executivo adotará restrições de natureza transitória à produção, operação, comercialização, e importação de bens e serviços técnicos de informática.

No entanto, somente nos anos 1980 o setor ganhou força, com técnicos do então Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebras (CPqD), cuja sigla foi mantida, enviados para os EUA para treinamento e desenvolvimento dos primeiros circuitos integrados projetados pelo Brasil – como processadores para telex, repetidores Pulse Code Modulation (PCM) e de comutação.

Na mesma época, a Secretaria Especial de Informática (SEI) selecionou três empresas brasileiras que iniciariam suas atividades na etapa de encapsulamento e que deveriam, progressivamente, adensar a cadeia para desenvolver a etapa de produção: Elebra, Itautec e SID.

A essas, juntaram-se multinacionais mais concentradas nas etapas de encapsulamento, totalizando mais de vinte empresas atuantes no setor. Neste período, o Brasil chegou a exportar autorrádios com chips projetados e fabricados no país.

4.1.2 O Período Collor e a Lei 8.248/91

A partir do início da década de 1990, com a abertura comercial abrupta promovida pelo Governo Collor, a incipiente indústria de semicondutores perdeu competitividade por razões relacionadas a fatores como defasagem tecnológica, reorganização produtiva mundial, questões políticas, econômicas e financeiras, e também gerenciais. Iniciou-se um processo rápido de esvaziamento desse elo crítico da cadeia produtiva. O fechamento, em meados dos anos 1990, da única fábrica que conseguiu produzir semicondutores no país, a SID, poderia ser considerado o término simbólico desse período.

A reformulação da Lei de Informática, com a promulgação da Lei 8.248/91, concentrou os estímulos econômicos somente na montagem de placas eletrônicas, estipulando processos produtivos básicos (PPB) que, de forma geral, restringiam-se à montagem de componentes e kits importados, com toda microeletrônica sendo importada do exterior. Como reflexo, a produção local de semicondutores recuou de US$ 200 milhões em 1989 para US$ 54 milhões em 2008: a cadeia de suprimentos local encolheu, houve fuga de técnicos e o gap tecnológico do país para o restante do mundo ampliou-se consideravelmente.

Cumpre ressaltar que a perda da cadeia de microeletrônica é um dos principais fatores que explicam a ampliação no déficit da cadeia produtiva de eletrônicos de US$ 0,9 bilhão em 1992 para US$ 22 bilhões em 2014.

4.1.3 O Plano Nacional de Microeletrônica

Com os objetivos de explorar as janelas de oportunidade abertas com a crescente fragmentação da indústria, promover o desenvolvimento de capital

humano, o processo de inovação tecnológica e o readensamento da cadeia produtiva brasileira e ampliar o atendimento ao mercado interno e promover exportações, em 2002 o então MCT formulou o Plano Nacional de Microeletrônica (PNM) com três subprogramas, cujos objetivos são apresentados no Quadro 7:

Quadro 7 – Objetivos Estratégicos do PNM

Subprograma	Objetivos estratégicos
Projetos de CIs	• Atração de atividade de projeto de CIs para o país • Formação de empresas locais de projetos de CIs • Capacitação de recursos humanos • Estímulo à engenharia de produto de bens eletrônicos • Criação de centros tecnológicos de inovação em CIs
Fabricação (*front-end*)	• Implantação de *foundry* de prototipagem – Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) – para capacitação industrial e tecnológica na área de microfabricação • Atração de uma *foundry* de média ou larga escala
Encapsulamento e teste (*back-end*)	• Estímulo ao uso de componentes montados no país • Acompanhamento do progresso tecnológico no segmento • Preparação para a implantação de um processo de fabricação completo a partir da atração de novas fábricas de *back-end*

Fonte: Rivera (2016)

Em paralelo, o BNDES e o MDIC encomendaram um estudo referente a atração de fabricantes de CIs, sendo este executado pelas consultorias internacionais AT Kearney e IDC, e o escritório Azevedo Sette.

Partiu-se do diagnóstico de que o elo da fabricação:

a) estava presente em todos os países que tinham um complexo eletrônico desenvolvido;
b) era vetor de atração dos demais elos do ecossistema;
c) era responsável pela maior parcela de faturamento, empregos, margens operacionais e agregação de valor na cadeia de semicondutores.

O estudo do BNDES analisou diferentes alternativas de atração de investimentos fabris, agrupando nove, que foram organizadas em duas macroalternativas estratégicas:

1) Megafábricas ou *foundries* (nível 3): especializadas e independentes com plantas de alta escala na fronteira tecnológica com foco em mercados de massa (informática e telecomunicações). Conforme já explicado, seriam necessários investimentos na casa dos bilhões de dólares e tendo como principal benefício o impacto expressivo na balança comercial, dado o elevado nível esperado de exportações.

2) Fábricas de médio porte ou *foundries* (nível 2) focadas em nichos e com menores impactos na exportação e na balança comercial. A principal virtude desta alternativa residia no potencial de agregação de valor ao complexo eletrônico local, em segmentos nos quais o Brasil já tem produção (automotivo, equipamentos médicos, entre outros) e nos quais os ganhos com CIs inovadores compensam a escala relativamente reduzida em relação à primeira opção.

A equipe envolvida no estudo, com a assessoria da consultoria e de especialistas brasileiros do mundo acadêmico e empresarial, indicou como prioridade estratégica o segmento de componentes com *foundries* (nível 2) para aplicação específica (ASICs/SoCs), com maior potencial de irradiação no tecido industrial brasileiro.

Ainda como conclusão do estudo, a priorização do fomento para atrair empresas visando criar o ecossistema eletrônico, seria necessário ter mais de uma fábrica e serem preenchidos posteriormente os demais elos da cadeia eletrônica: *Design House e Back-end.*

4.1.4 A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE)

Compreendendo a importância do setor eletrônico para a indústria brasileira, o governo federal o alçou à condição de estratégico quando do lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (2003-2007), ao lado de outros três setores formadores de vantagens comparativas dinâmicas: bens de capital, software e fármacos.

O Quadro 8 abaixo apresenta as principais medidas da PITCE orientadas ao desenvolvimento da indústria de semicondutores:

Quadro 8 – Principais Medidas Estratégicas da PITCE

N°	Medida	O que é	Meta	Execução	Importância para o setor de semicondutores
1	Regime Aduaneiro Especial	Inclusão no RECOF	Agilizar o desembaraço aduaneiro do setor	MF e MDIC	Facilitar a importação de máquinas e equipamentos
2	Projeto de Lei da Topografia de Circuitos Integrados	Indicação de regime de urgência para o projeto de lei	Incentivar o processo de inovação no setor de circuitos integrados	MDIC e MCT	Garantir direitos de propriedade intelectual
3	Laboratório Nacional de Tecnologia Industrial	Implantação de um laboratório nacional que irá desenvolver pesquisa em micro e nano tecnologia	Dotar o país de infraestrutura decisiva em tecnologia industrial	Grupo de Trabalho de Semicondutores	Criação da infraestrutura de pesquisa visando à fase de criação
4	Programa de Recursos Humanos	Aumento e melhoria da formação de recursos humanos (mestres e doutores) e projetistas na área de microeletrônica	Desenvolver a capacidade de inovação das instituições brasileiras	MCT, MDIC, FINEP, CAPES e CNPq	O setor de semicondutores é dependente de recursos humanos especializados
5	Incentivo à produção de *chips*	Linha de crédito para produção de *chips* com recursos de R$ 10 milhões e prazo de pagamento em 18 meses	Capacitar as empresas e laboratórios para produção seriada de *chips*	FINEP	Fomentar produção
6	CEITEC	Viabilizar a instalação do Centro de prototipagem	Desenvolver a prototipagem nacional de *chips*	MCT	Visa a prototipagem de *chips*
7	Programa Nacional de Microeletrônica	Programa que visa fortalecer e desenvolver a indústria de microeletrônica no Brasil	Desenvolver a indústria de microeletrônica no Brasil	MCT	Foca na criação de *Design Houses* e parcerias com empresas estrangeiras

N°	Medida	O que é	Meta	Execução	Importância para o setor de semicondutores
8	Bens de capital sob encomenda	Criação de uma linha de financiamento para bens de capital sob encomenda	O BNDES irá financiar tanto o comprador como o fabricante, com a disponibilização de R$ 500 milhões em recursos em 2004	BNDES	Facilitar a aquisição de bens de capital utilizados na produção de dispositivos semicondutores
9	Lei de inovação	Nova lei de incentivo a inovação que atua na relação universidade x instituto de pesquisa x empresas. Possibilita que esses fechem acordos de parceria para criação de novos produtos e processos	Criar condições para que a taxa de investimento em P&D aumente nas empresas, integrar esforços de P&D nas empresas, institutos de pesquisa e universidades	MCT	A parceria entre universidades e empresas é uma das formas de criação de novos produtos e processos de produção
10	Programa Nacional de Qualificação e Modernização dos Institutos e Centros de Pesquisa	Modernizar e reestruturar os Institutos e Centros de Pesquisa a partir de um novo conceito de gestão e de áreas de especialização	Dotar o país de uma infraestrutura de pesquisa aplicada capaz de sustentar o processo de inovação e capacitação produtiva das empresas	FINEP	A criação de laboratórios e institutos de pesquisa é de grande importância nas fases de imitação e internalização

Fonte: Adaptado de Campanario (2009)

Tal distinção proporcionou avanços relevantes na construção do ambiente para investimentos, tendo, entre as medidas realizadas, o apoio financeiro ao CEITEC e ao Programa CI Brasil, a formulação do arcabouço legal específico do setor, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (Padis) e a operação da primeira fábrica de encapsulamento de memória no país, após a abertura econômica da década de 1990.

O CEITEC S.A. (Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada) é uma empresa pública do governo federal, criada em 2008 com a finalidade de projetar e produzir semicondutores no Brasil.

Sua implantação resultou de uma decisão do Governo Federal em assumir projeto iniciado pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul e contou com a participação essencial da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Pontifícia Universidade Católica (PUCRS).

O modelo de negócio da CEITEC S.A. prevê o desenvolvimento de produtos próprios para fabricação em sua unidade fabril ou em terceiros e a utilização da fábrica para produção de chips de outras DHs.

Na sua linha de produtos próprios, a CEITEC S.A. foca os nichos de mercado de RFID, Comunicação sem Fio e Multimídia Digital. Principais projetos:

a) Chip do Boi
b) Chip Santana
c) Chip Hemobrás
d) Chip Siniav
e) Chip WiMAX
f) Chips para Passaporte e Identidade Civil
g) Chip Modulador de TV Digital

Aprovado em 15 de junho de 2005 pelo Comitê da Área de Tecnologia da Informação (CATI), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Programa CI Brasil integra o Programa Nacional de Microeletrônica - PNM, considerado prioritário na área de informática e automação nacional.

Sua importância destaca-se pelo significativo aumento na utilização de semicondutores em diversos setores da economia mundial, tornando a demanda por Circuitos Integrados, uma questão estratégica para o equilíbrio da balança comercial e independência tecnológica do país.

A fim de atingir seus objetivos, o CI Brasil estabeleceu três principais eixos de ações aos quais correspondem, respectivamente, três estratégias, conforme explicitados no Quadro 9 abaixo:

Quadro 9 – Programa CI-Brasil: Eixos e Estratégias

Eixo	Estratégia
Incentivar a atividade econômica na área de projetos de Circuitos Integrados	Apoia, a partir de 2005, a criação e desenvolvimento de 20 *Design Houses* distribuídas por todo o território nacional.
Expandir a formação de projetistas de Circuitos Integrados	É criado, em 2008, em parceria com a Cadence Design Systems, o Programa Nacional de Formação de Projetistas de Circuitos Integrados, com dois Centros de Treinamento.
Promover a criação de uma indústria nacional de semicondutores	A empresa Toshiba Microelectronics decide estabelecer sua DH no Brasil; A Micron HT (joint venture entre a empresa sul-coreana Hana Micron Co e um consórcio brasileiro) conduz o projeto de instalação de uma nova fábrica de semicondutores, no Vale dos Sinos, Rio Grande do Sul.

Fonte: http://www.ci-brasil.gov.br/index.php/pt/o-ci-brasil

Embora desenvolvidas em paralelo, essas ações atuam de forma integrada, onde os projetistas formados pelos Centros de Treinamento passam a atuar nas *Design Houses* que, por sua vez, tornam-se capazes de atender à demanda do mercado brasileiro.

4.2 AS POLÍTICAS ATUAIS

Após 2007, as políticas industriais subsequentes PDP (2008-2011) e PBM (2012-2014) mantiveram o status de prioridade, mas incorporam um conjunto amplo de outros setores industriais, retirando o destaque e a força política que o setor teve durante a PITCE.

4.2.1 Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP)

Tendo em vista o PITCE não ter alcançado os resultados esperados, é lançada em 2007, a Política de Desenvolvimento Produtivo para o período 2008-2011, que se constitui em um conjunto de medidas que visavam o fortalecimento da economia do país, tendo como base o setor industrial. Uma vez implementado, este alteraria o patamar de produtividade da indústria brasileira e seu grau de competitividade, gerando reflexos para toda a sociedade.

Para tanto, a PDP focaria esforços nos seguintes setores:

a) Áreas Estratégicas: Complexo Industrial da Saúde; **Tecnologia de Informação e Comunicação**; Energia Nuclear; Complexo Industrial de Defesa; Nanotecnologia e Biotecnologia (grifo nosso).
b) Fortalecimento de competitividade: Complexo Automotivo; Bens de Capital; Têxtil e Confecções; Madeira e Móveis; Higiene, Perfumaria e Cosméticos; Construção Civil; Complexo de Serviços; Indústria Naval e Cabotagem; Couro, Calçados e Artefatos; Agroindústrias; Biodiesel; Plásticos e outros.
c) Consolidar e expandir liderança: Complexo Produtivo do Bioetanol; Petróleo, Gás Natural e Petroquímica; Complexo Aeronáutico; Mineração; Siderurgia; Celulose e Carnes.

4.2.2 Plano Brasil Maior (PBM)

O Plano Brasil Maior (PBM) constitui-se num conjunto de medidas que visam congregar os esforços de política industrial do Governo Federal para o período 2011-2014, tendo como foco o estímulo à inovação e a competitividade da indústria brasileira.

De modo a apoiar a formatação dos programas e projetos a partir das diretrizes setoriais, os setores foram organizados em cinco blocos, em função de

suas especificidades técnicas, de sua capacidade de transformação da estrutura industrial e de serviços especializados:

a) Bloco 1: Automotivo, Bens de Capital, Complexo de Saúde, Petróleo, Gás e Naval, TIC e **Complexo Eletrônico** (grifo nosso), Defesa, Aeronáutico e Espacial (grifo nosso).
b) Bloco 2: Celulose e Papel, Energia Renováveis, Indústria de Mineração, Indústria Química e Metalurgia.
c) Bloco 3: Construção Civil e Moda.
d) Bloco 4: Agroindústria.
e) Bloco 5: Serviços, Comércio e Serviços Logísticos.

4.3 OS PÓLOS INDUSTRIAIS DE PRODUÇÃO ELETRÔNICA

Como resultado das políticas anteriormente mencionadas, existem dois grandes polos de produção de eletroeletrônicos no Brasil: a Região Metropolitana de Campinas, no Estado de São Paulo, e a Zona Franca de Manaus, no Estado do Amazonas. Nestas regiões, concentram-se grandes empresas de tecnologia de renome internacional, e também parte das indústrias que participam de sua cadeia de suprimentos.

Ressalta-se que o Brasil possui ainda outros polos menores como: os municípios de São José dos Campos e São Carlos, no Estado de São Paulo; o município de Santa Rita do Sapucaí, no Estado de Minas Gerais; o município de Recife, capital do Estado de Pernambuco, e o município de Curitiba, capital do Estado do Paraná.

Cada um destes diferentes polos tem o seu Arranjo Produtivo Local (APL), ou seja, um complexo produtivo, geograficamente definido, caracterizado por um grande número de firmas envolvidas nos diversos estágios produtivos e, de várias maneiras, na fabricação de um produto.

4.3.1 A Região Metropolitana de Campinas

Localizada a cerca de 100 quilômetros ao norte da cidade de São Paulo, Campinas constitui-se na terceira região metropolitana mais rica do país, sendo somente superada por São Paulo e do Rio de Janeiro. Campinas destaca-se por sua diversidade industrial, abrangendo os mais diversos setores, como: automobilístico, desenvolvimento de software, eletroeletrônico e agroindustrial, dentre outros. Estima-se também que ali estejam instaladas as sedes no Brasil de 50 das 500 maiores transnacionais do mundo.

O desenvolvimento industrial de Campinas na área de tecnologia apresenta forte relação com o as ações do poder público. Até a década de sessenta, a região tinha sua economia focada na agroindústria de exportação, como a da cana-de-açúcar e da laranja, o que permitiu a formação de uma numerosa classe média.

A história começou a mudar com a criação da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) pelo governo do Estado de São Paulo, em 1966. A oferta de cursos de elevado padrão de qualidade permitiu a criação de uma mão-de-obra local especializada, a qual chamou a atenção de empresas de tecnologia.

No Brasil, ao contrário de outros países, as iniciativas de pesquisa e inovação estão historicamente concentradas nos cursos de pós-graduação vinculados a universidades públicas. Neste mister, a Unicamp rapidamente tornou-se parte deste importante processo.

Nas décadas seguintes, a parceria formada pelos governos federal, estadual e municipal, com empresas privadas, bancou a construção de três polos de alta tecnologia em Campinas, visando para concentrar centros de pesquisa envolvidos com estudos de ponta. Dentro desses polos, foram construídos laboratórios como: os de Biociências, de Ciência e Tecnologia do Bioetanol, de Nanotecnologia e de Luz Sincroton, tendo todos com quadros próprios de pesquisadores que atuam em parceria com universidades, centros de pesquisa e empresas de várias partes do mundo.

Em Campinas também está sediado o Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Sendo um complexo com 11 prédios, entre laboratórios, biblioteca e auditório, o Centro Renato Archer foi inaugurado em 1982 e mantém convênios com universidades e

empresas para a realização de pesquisas nos ramos de microeletrônica, componentes eletrônicos, sistemas, mostradores de informação, software, aplicações de TI, robótica, visão computacional, tecnologias de impressão 3D para indústria e medicina, e softwares de suporte à decisão.

Tais condições favoráveis incentivaram a chegada à região metropolitana de Campinas de grandes companhias globais de produção de eletroeletrônicos e tecnologia. Uma das pioneiras foi a IBM, companhia que construiu sua fábrica em 1971 para produzir componentes de computadores, fitas magnéticas e controladoras de fitas.

Atualmente possuem unidades industriais na região grandes grupos como GE, Samsung, HP e Foxconn, fabricante produtos de Apple e Dell, que se beneficiam da infraestrutura logística regional, com suas rodovias, ferrovias e aeroportos.

Em 2013, valendo-se de uma joint venture entre o CPqD e a empresa americana GigOptix, esta focada no desenvolvimento de componentes optoeletrônicos e circuitos analógicos de alta velocidade, surgiu a empresa BrPhotonics.

A BrPhotonics desenvolve e comercializa os CIs eletrônicos, optoeletrônicos e híbridos, e está implantando uma fábrica de chips com foco de comunicações de altíssimas taxas de transmissão de dados.

4.3.2 A Zona Franca de Manaus

A Zona Franca de Manaus foi idealizada pelo deputado federal Francisco Pereira da Silva e criada por lei, inicialmente como porto livre, em 1957, como uma estratégia para incentivar o desenvolvimento da região ocidental da Amazônia brasileira.

Em 1967, o governo federal lançou uma nova legislação para aprofundar o modelo, estabelecendo incentivos fiscais por 30 anos para implantação de um polo industrial, comercial e agropecuário numa área física de 10 mil km². Estes incentivos fiscais permitiriam compensar a desvantagem de sua localização, longe dos centros

consumidores, e propiciar condições de alavancagem do processo de desenvolvimento.

A Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA), órgão do governo federal que administra o modelo, considera que a região viveu cinco fases distintas, as quais serão apresentadas a seguir.

Durante a primeira fase, de 1967 a 1975, a política industrial de referência no país caracterizava-se pelo estímulo à substituição de importações de bens finais e formação de mercado interno. Ainda com pouca capacidade de alavancagem, a zona franca teve sua atuação voltada à atividade comercial, sem limitação de importação de produtos, exceto armas e munições, fumos, bebidas alcoólicas, automóveis de passageiro e perfumes. A atividade industrial era mínima, baseada nos modelos CKD (*Completely Knocked Down*) e SKD (*Semi Knocked Down*).

A segunda fase, compreendida no período de 1975 a 1990, marcou um maior esforço para a instalação de indústrias. Novos decretos-leis lançados em 1975 e 1976 estabeleceram índices mínimos de nacionalização de produtos ali fabricados e comercializados no país, assim como limites máximos globais de importação por ano. Foi uma fase de grande expansão regional. Em 1990, as companhias instaladas na zona franca geravam 80 mil empregos diretos e faturavam US$ 8,4 bilhões.

A terceira fase iniciou-se em 1991 e encerrou-se em 1996. Ao longo desse período, quando foram eleitos pelo voto direto os primeiros presidentes do país, houve a abertura da economia, com a redução das barreiras às importações. A zona franca perdeu algumas vantagens competitivas, o que deu início a um processo de modernização industrial, com ênfase na automação, qualidade e produtividade. A lei que determinava o índice mínimo de nacionalização foi substituída pela do Processo Produtivo Básico (PPB), liberando as indústrias do tipo maquiladora no país. O foco do governo federal era a atração de investimentos estrangeiros, para colaborar com a política econômica de combate à hiperinflação e estabilização monetária.

A quarta fase, entre 1996 a 2002, foi guiada por uma política industrial de referência que se caracterizava pelo ajuste do país à economia globalizada. Nesse cenário, foram implantados estímulos para que as indústrias instaladas na zona franca elevassem suas exportações – que passaram de cerca de US$ 140 milhões em 1996 para US$ 2 bilhões em 2005. Ampliaram-se, ainda, os incentivos para que

as companhias investissem em pesquisa tecnológica, inclusive com a criação do Centro de Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus.

A quinta fase, iniciada em 2003, primeiro ano do governo do presidente Lula (20032010), foi marcada pela nova Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Entre seus objetivos, estava o aumento da formação bruta de capital fixo, maior dispêndio do setor privado em pesquisa e desenvolvimento, e a ampliação das exportações brasileiras, em especial das micro e pequenas empresas.

O modelo de Processo Produtivo Básico foi mantido, mas agora orientado ao maior adensamento de cadeias produtivas nacionais. De acordo com a Suframa, em 2014 a zona franca encerrou o ano ocupando 113.220 trabalhadores, dos quais 49.245 atuavam para companhias do setor de eletroeletrônicos e informática, em empresas como Samsung, Panasonic, Sony e Whirlpool.

5 IMPACTO ESTRATÉGICO DA PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E PRODUÇÃO DE COMPONENTES ELETRÔNICOS NO BRASIL

5.1 CONCEITOS BÁSICOS

Para que possamos fazer a análise do impacto estratégico, inicialmente alguns conceitos básicos precisam ser apresentados.

a) Objetivos Nacionais (ON):

   Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p. 174), Objetivos Nacionais são aqueles que a Nação busca alcançar, em decorrência da identificação de necessidades, interesses e aspirações, ao longo das fases de sua evolução histórico-cultural.

b) Óbices

   Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p.185), Óbices são obstáculos de toda ordem que dificultem ou impeçam a conquista ou a manutenção de objetivos.

c) Fatores Adversos

   Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p. 117), Fatores Adversos são óbices que se interpõem aos esforços da sociedade e do governo para alcançar e preservar os objetivos nacionais.

d) Estratégia

   Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p. 117), Estratégia é a Arte de preparar e aplicar o poder para conquistar e preservar objetivos, superando óbices de toda ordem.

e) Ações Estratégicas

   Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p. 18), Ação Estratégica compreende um conjunto de medidas de natureza e intensidade variáveis, orientadas para o preparo e o emprego do Poder, na consecução da Estratégia

f) Áreas Estratégicas

Segundo Glossário das Forças Armadas (2007, p. 35), Áreas Estratégicas são:

1. Espaço, de qualquer natureza, caracterizado pela presença ou pela possibilidade de existência de relevantes interesses ou de óbices de maior vulto, para a consecução da política;

2. Área de natureza geográfica (região) ou que envolva atividade humana (setor), na qual se aplica ação estratégica;

3. Espaço geográfico de interesse nacional com dimensão limitada, que, pelas próprias características, pode oferecer vantagens militares importantes, mediante seu controle ou domínio, em situações de conflito, crises ou guerra de caráter limitado ou total.

5.2 OS ASPECTOS ESTRATÉGICOS

A Política Nacional de Defesa (2016, p. 13) aborda o assunto, quando discorre sobre os Objetivos Nacionais Defesa, no VII do art 4º:

> VII. Promover a autonomia produtiva e tecnológica na área de defesa. Significa manter e estimular a pesquisa e buscar o desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo no que se refere a tecnologias críticas, bem como o intercâmbio com outras nações detentoras de conhecimentos de interesse do País. Refere-se, adicionalmente, à qualificação do capital humano, assim como ao Desenvolvimento da Base Industrial de Defesa e de produtos de emprego dual (civil e militar), além da geração de empregos e renda.

A Estratégia Nacional de Defesa (2016, p. 41 e p. 42), por sua vez, aborda este assunto conforme o extrato a seguir:

> ED-15: Promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da Base Industrial de Defesa
> Trata de proporcionar condições de estabilidade às atividades de pesquisa, desenvolvimento, produção e venda de produtos de defesa brasileiros e de dar condições de sustentabilidade à cadeia produtiva, ainda que submetida a regimes legal, regulatório e tributário especiais.
>
> ED-16: Fortalecimento da Área de Ciência e Tecnologia de Defesa
> Visa ao desenvolvimento e à solidez da área de CT&I em assuntos de defesa, promovendo a absorção, por parte da cadeia produtiva, de conhecimentos indispensáveis à redução gradativa da dependência de tecnologia externa.

A Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação elaborou 11 temas em CT&I tidos como estratégicos para o desenvolvimento, autonomia e soberania nacional (2016, p. 83).

O Tema 1 foi definido como: **Aeroespacial e Defesa** (grifo do autor). Segundo a ENCTI (p. 86, 2016), este tem como objetivo:

> Promover a capacidade do País para, segundo conveniência e critérios próprios, utilizar os recursos e técnicas aeroespaciais na solução de problemas nacionais e em benefício da sociedade brasileira, bem como fomentar a pesquisa e o desenvolvimento de produtos e sistemas militares e civis que compatibilizem as prioridades científico-tecnológicas com as necessidades de defesa.

Neste Tema, foram elencadas estratégias associadas, a qual se destaca:

> ...
> VI – Contribuir para o fortalecimento da indústria de defesa em áreas estratégicas para o desenvolvimento da capacidade produtiva nacional, com valorização da capacitação do capital humano e a ampliação da persuasão em defesa nacional.
> ...

O Tema 7 foi definido como: **Economia e Sociedade Digital** (grifo do autor). Segundo a ENCTI (p. 99, 2016), este tem como objetivo:

> Fortalecer o setor nacional de TIC e sua cadeia produtiva, com vistas ao aumento de conteúdo local, da competitividade e da participação nos mercados nacional e internacional.

Da mesma forma que no Tema 1, foram elencadas estratégias associadas ao Tema 7, a qual se destaca:

> ...
> III – Fortalecimento da indústria de tecnologia digital e de segurança cibernética crítica para a competitividade produtiva, a valorização da capacidade de expressão e opinião e a segurança nacional.
> ...

Por sua vez, o Tema 11 foi definido como: **Tecnologias Convergentes e Habilitadoras** (grifo do autor). Segundo a ENCTI (p. 109, 2016), este tem como objetivo:

> Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação nas tecnologias convergentes e habilitadoras, visando à agregação de valor, competitividade das cadeias produtivas, redução da dependência externa e

> a solução de desafios tecnológicos para os problemas estruturais do tecido industrial e produtivo brasileiro.

Da mesma forma que nos Temas anteriormente citados, foram elencadas estratégias associadas ao Tema 11, a qual se destaca:

> ...
> II – Elaboração da “Estratégia Nacional para Manufatura Avançada”, considerando as tendências internacionais, os desafios e a discussão dos aspectos regulatórios, de infraestrutura (energia, transportes e telecomunicações, bem como padrões de transferência de dados e segurança), da difusão tecnológica, das competências (humanas e organizacionais) e das questões de mercado, entre outros.
> III - Fomentar a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a inovação em materiais e minerais estratégicos, visando à agregação de valor, à competitividade das cadeias produtivas e à redução da dependência externa.
> ...

A atual Constituição Federal do Brasil estabelece em seu Art 3° os seguintes Objetivos Nacionais:

a) Construir uma sociedade livre e justa e solidária;
b) Garantir o desenvolvimento nacional;
c) Erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais;
d) Promover o bem de todos, sem preconceito de origem, raça, sexo, cor, idade, e quaisquer outras formas de discriminação.

Como consequência dos Objetivos acima citados, foi formulada a Política Nacional, desdobrada em Políticas Ministeriais que, por sua vez, foram desdobradas em Estratégias ministeriais.

A Estratégia Nacional de Defesa e a Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação definiram diversas ações estratégicas, dentre as quais transcrevemos na Seção 5.2, aquelas que se referem direta ou indiretamente, a necessidade de estabelecimento de uma matriz industrial para produção de componentes eletrônicos semicondutores em nosso país.

Segundo Rivera (2016), a produção e domínio tecnológico da microeletrônica abrangem diversos pontos que impactam estrategicamente o país, como:

a) Indutor de inovação:

A eletrônica é cada vez mais presente em toda a sociedade, que passa a ter sua “inteligência” dominada pela micro/nanoeletrônica, sendo peça fundamental na resposta a diversos desafios em áreas críticas como saúde, segurança, energia e logística;

b) Empregos qualificados:

Cria-se a oportunidade de geração de empregos de elevada capacitação em uma indústria altamente intensiva em conhecimento;

c) Consumo crescente:

A explosão de dispositivos conectados à internet impulsionará consumo de componentes como sensores, rastreadores, transmissores, processadores etc. Segundo a Cisco (In Rivera, 2016), o número de dispositivos conectados à internet por habitante na Terra deverá saltar de dez bilhões em 2010, para cinquenta bilhões em 2020;

d) Tecnologia sensível:

A tecnologia é assim tratada por países desenvolvidos, em projetos de defesa, telecomunicações ou energia, sendo negado a venda de determinados componentes semicondutores de alta performance;

e) Elevado valor agregado:

Os CIs respondem por uma parcela cada vez maior de valor do custo de bens e equipamentos em setores como equipamentos médicos, bens de capital, telecomunicações, entre outros. Segundo IC Insights (In Rivera, 2016), o conteúdo de semicondutores em equipamentos eletrônicos saltou de 6% em 1974 para 26% em 2010, com previsão de essa participação alcançar no mínimo 30% no longo prazo.

A situação atual resume-se, praticamente, a inexistência desta matriz de produção de semicondutores, não havendo *foundries* nível 2 e nível 3 instaladas no país, com a rara exceção do CEITEC, já anteriormente abordado.

Desta forma, tal fato constitui-se como um **fator adverso ao Objetivo Nacional “Garantir o desenvolvimento nacional”** (grifo nosso), trazendo consequências negativas ao país, como o tremendo impacto em nossa Balança Comercial. Ressalta-se, portanto, que o parque industrial eletrônico instalado no Brasil não passa praticamente de um mero montador de placas de circuitos eletrônicos.

5.3 PROPOSTAS PARA O SEGMENTO

Levando-se em consideração a situação atual do Brasil, em que o país não dispõe de fundos bilionários para incrementar vigorosamente o setor de produção de componentes semicondutores, perseguir oportunidades baseadas em tecnologias maduras apresenta-se como a opção viável para o nosso país.

Segundo Rivera et al (2016), algumas propostas serão a seguir apresentadas visando aprimorar os esforços atualmente realizados:

a) Adequação/Flexibilização da Lei 8.666/93 para o CEITEC

Tendo em vista o fato do CEITEC ser uma empresa pública, ele é regido pela 8.666/93, o que impõe restrições ao regime de contratação de pessoal e a obrigatoriedade de realizar compras seguindo seus procedimentos e regras, as quais disciplinam as compras de empresas e órgãos públicos.

Essa condição dificulta o dia a dia da empresa, desde a contratação de serviços e de especialistas do exterior, a retenção de talentos, a possibilidade de participação acionária de empresas no exterior e mesmo de receber investimentos de empresas estrangeiras.

b) Atualização tecnológica do CEITEC

Disponibilizar recursos para realizar uma atualização da tecnologia da fábrica, atualmente em 600nm, para 350 nm ou 250 nm, o que ampliaria o leque de alternativas de mercado, e até mesmo a parceria ou venda do ativo para fabricante integrado no ecossistema internacional.

c) Fluxo de recursos previsíveis para o programa CI Brasil

Tal como em outras áreas de ciência e tecnologia, não há previsibilidade de longo prazo de recursos destinados para os objetivos do CI Brasil, como indica o Quadro 10.

Quadro 10 – Recursos destinados à formação de pessoal (em R$ milhões)

Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Recursos	3,8	14,0	12,0	17,0	2,5	7,0	19,3

Fonte: Rivera (2016)

É de extrema importância para o sucesso do Programa CI Brasil, que o fluxo de recursos anuais seja mantido inalterado, a fim de garantir a execução do planejamento realizado.

d) Fortalecimento dos Centros de Pesquisa/Universidades

Destinar recursos públicos a fim de fortalecer as Universidades e Centros de Pesquisa que atuam na área de semicondutores.

e) Criação de um Regime Aduaneiro específico para o segmento

As operações de comércio exterior das empresas do setor eletroeletrônico usualmente são parametrizadas em canais amarelo e vermelho no Siscomex, implicando custos e tempos adicionais na produção, e prejudicando assim a competitividade local.

Portanto, faz-se necessário a criação de um Regime Aduaneiro específico para o setor, de forma que haja trâmites ágeis, contínuos e automáticos (canal verde), com o devido monitoramento governamental posterior.

f) Adequação da legislação ao modelo *fabless*

Atualmente, o *chip* projetado no Brasil e produzido no exterior é tributado na importação. Considerando que esse é o modelo de negócios que mais cresce no mundo, é necessário adequar a legislação para que viabilize a desoneração do chip projetado e/ou desenvolvido no Brasil, mas fabricado no exterior.

g) Adequação do PADIS para desoneração de serviços

A contratação de serviços é essencial para instalação e operação das fábricas de semicondutores, abarcando serviços técnicos altamente especializados. A carga tributária total, a qual incidente sobre serviços, pode superar 45% (serviços externos) e hoje não é beneficiada pelo PADIS, resultando em grande custo para as empresas, especialmente quando comparada às práticas de outros países.

h) Apoio ao desenvolvimento tecnológico

O desenvolvimento de CIs envolve uma série de riscos e, por isso, demanda elevados recursos financeiros. A maioria dos países tem instrumentos de apoio financeiro não reembolsável diretamente a empresas, algo inexistente no Brasil.

6 CONCLUSÃO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tevê por objetivo apresentar a importância de termos um complexo industrial instalado no país com capacidade de produzir componentes eletrônicos semicondutores, buscando demonstrar que o mesmo é estratégico tanto para Segurança, Defesa e desenvolvimento industrial de nosso país.

Inicialmente, pudemos constatar como é o processo de produção de componentes semicondutores, sendo este detalhando em suas três diferentes etapas (projeto, fabricação e encapsulamento), visando destacar o seu elevado grau de complexidade.

Em seguida, foi demonstrado como os componentes eletrônicos semicondutores se difundiram nas mais diversas aplicações de nossa atualidade ao apresentarmos os diferentes nichos de mercado de equipamentos e bens de consumo, defesa e segurança.

Verificamos em seguida, que a aquisição de componentes semicondutores é um significante item da pauta de importação do Brasil, impactando negativamente em nossa balança comercial. Este fato se dá, uma vez que os polos industriais localizados na Área Metropolitana de Campinas e na Zona Franca de Manaus, caracterizam-se como montadores de diferentes produtos eletrônicos, sendo, portanto, potentes consumidores de componentes semicondutores em seus processos industriais e, assim, demandando diretamente a importação dos mesmos.

Posteriormente, foram analisadas as diferentes políticas industriais, onde constatamos que a produção de componentes eletrônicos semicondutores no Brasil foi pauta de diferentes políticas governamentais.

O sucesso obtido com a estruturação inicial desta indústria, quando do período da Reserva de Mercado através da Lei de Informática (Lei 7232/84), foi perdido quando da revogação da mesma pelo Governo Collor em 1991 (Lei 8248/91).

Posteriormente, com a criação do Plano Nacional de Microeletrônica (PNM) em 2002, e sendo este incorporado em seguida pela Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), o setor recebeu a prioridade necessária. Neste contexto, foram disponibilizados recursos para a criação do CEITEC, única *foundry*

brasileira (nível 2), produzindo alguns chips nacionais, e o Programa CI-Brasil que, com seus dois Centros de Treinamento, busca capacitar recursos humanos para mobiliar *Design Houses* por nosso país.

Infelizmente, os planos industriais posteriores adicionaram outros segmentos aos já existentes, o que gerou uma perda de foco do setor e uma maior divisão dos recursos então existentes.

As Ações Estratégicas atualmente preconizadas nas END e na ENCTI são amplas e não possuem o foco necessário para o estabelecimento de um complexo industrial eletrônico composto por *foundries* Nível 2 e Nível 3, detalhadas no Capítulo 2.

As propostas para o segmento apresentadas no item 5.3, as quais levam em consideração que o país não dispõe de fundos bilionários para este fim, se implementadas, irão incrementar sensivelmente a pesquisa, desenvolvimento e produção de componentes eletrônicos semicondutores em nosso país.

Do exposto e independente da situação atual, a pesquisa, o desenvolvimento e a instalação de um complexo industrial capaz de produzir semicondutores no Brasil traria impactos sensíveis para as áreas de Defesa, Segurança e Desenvolvimento, tais como:

a) Domínio de Tecnologia sensível negada, principalmente no que se refere a área militar;
b) Redução no déficit crescente na balança comercial gerado pela substituição de importação de componentes semicondutores de elevado custo;
c) Geração de empregos de elevada qualificação, permitindo a retenção de mão-de-obra amplamente capacitada.

Concluindo a presente monografia, podemos afirmar que a pesquisa, desenvolvimento e produção de componentes eletrônicos semicondutores no país é estratégico para a Defesa, Segurança e Desenvolvimento do Brasil, e que medidas governamentais devem ser tomadas a fim de garantir a conquista de tão importante objetivo constante na END e na ENCTI.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FORÇA AÉREA. **Esquadrões de caça A-1 realizam exercício com bombas guiadas a laser no RS.** Brasília, DF, 2016. Disponível em: < http://www.fab.mil.br/noticias/mostra/28415 >. Acessado em 13 abr. 2017.

AMARANTE, José Carlos. **O Voo da Humanidade e 101 tecnologias que mudaram a face da Terra.** Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército Editora, 2009.

ANJOS, Eduardo Giovannetti Pereira dos. **A Evolução da Eletrônica Embarcada na Indústria Automobilística Brasileira.** 126p. Monografia (Especialização em Engenharia de Processos Industriais) – CEUN-EEM, São Caetano do Sul, SP, 2011. Disponível em: < http://maua.br/files/monografias/a-evolucao-da-eletronica-embarcada-na-industria-automobilistica-brasileira.pdf >. Acessado em 17 abr. 2017.

ARAÚJO, A. A. de et al. **Programa Nacional de Microeletrônica - Contribuições para formulação de um Plano Estruturado de Ações.** Brasília, DF, 2002. Disponível em: < http://www.mct.gov.br/upd_blob/0002/2378.pdf >. Acessado em 13 abr. 2017.

ARAÚJO, Regina Borges de. **Computação Ubíqua: Princípios, Tecnologias e Desafios.** In: XXI Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 2003, Natal, RN, Anais... Natal: UFRN, 2003, v.1, p. 45- 116. Disponível em: < http://professordiovani.com.br/rw/monografia_araujo.pdf >. Acesso em 25 abr. 2017.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF. 05 out.1988. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm >. Acessado em: 30 mar. 2017.

BRASIL, Decreto n° 84.067, de 02 de outubro de 1979. Cria a Secretaria Especial de Informática, como órgão complementar do Conselho de Segurança Nacional, e dá outras providências. Brasília, DF, 1984. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/D84067.htm >. Acesso em 16 abr. 2017.

BRASIL, Lei n° 7.232, de 29 de outubro de 1984. Dispõe sobre a Política Nacional de Informática, e dá outras providências. Brasília, DF, 1984. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7232.htm >. Acesso em 13 abr. 2017.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação**. Brasília, DF, 2016, p. 83-109. Disponível em: < www.mcti.gov.br/.../Estratégia+Nacional...Ciência,%20Tecnologia...Inovação.../0cfb6 > Acesso em: 30 mar. 2017.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2016a, p. 15-46. Versão sob apreciação do Congresso Nacional. Lei Complementar n. 97/1999, art. 9°, § 3°. Disponível em: <

http://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/pnd_end.pdf >. Acesso em: 30 mar. 2017.

_____. **Política Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2016b, p. 03-14. Versão sob apreciação do Congresso Nacional. Lei Complementar n. 97/1999, art. 9°, § 3°. Disponível em: < http://www.defesa.gov.br/arquivos/2017/mes03/pnd_end.pdf >. Acesso em: 30 mar. 2017.

_____. **MD 35–G–01 -Glossário das Forças Armadas**. Brasília, DF, 2015. Disponível em < http://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/141/1/MD35_G01.pdf >. Acesso em: 16 abr. 2017.

CAMPANARIO, M. de A.; SILVA, M. M. da; COSTA, T. R. Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores, **Revista de Ciências da Administração**, UFSC, Florianópolis, v. 11, n. 24, p. 69-101, mai/ago. 2009. Disponível em: < https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2009v11n24p69/12617 >. Acesso em 15 abr. 2017.

FONTES, C. B. de V., NETO, J. A. Avaliação da Mudança Tecnológica na Indústria Brasileira de Semicondutores. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2004_Enegep0801_1363.pdf >. Acesso em 15 abr. 2017.

GOMES, Marcel. **A Indústria eletroeletrônica do Brasil**. Repórter Brasil, Brasília, DF, 2015. Disponível em: < http://reporterbrasil.org.br/wp-content/uploads/2016/05/Mapa_Eletr%C3%B4nicos2015.pdf >. Acesso em 20 abr. 2017.

IKEHARA, Hideharu Carlos. A Reserva de Mercado no Brasil e seus Resultados, **Akrópolis - Revista de Ciências Humanas**, UNIPAR, Umuarama, PR, v. 5, n.18, p. 7-21, 1997. Disponível em: < http://revistas.unipar.br/index.php/akropolis/article/view/1694/1466 >. Acesso em 15 abr. 2017.

MELO, P. R. de S.; JÚNIOR, O. M.; ROSA, S. E. da. **Panorama do Complexo Eletrônico: o Setor de Informática.** Rio de Janeiro: BNDES Setorial, p.6-19, 1995. Disponível em: < http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Galerias/Convivencia/Publicacoes/Consulta_Expressa/Setor/Complexo_Eletronico/199507_8.html >. Acesso em 15 abr. 2017.

NEGRETE, Ana Carolina Aguilera et al. **Mapeamento da Base Industrial de Defesa.** Brasília. ABDI – IPEA, 2016.

PROTZEC, Márcio Antônio. **Estudo sobre os Sistemas de Comunicações por Satélites Geoestacionários.** 2001. 187f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001. Disponível em: <

http://www.pipe.ufpr.br/portal/defesas/dissertacao/023.pdf >. Acessado em 18 abr. 2017.

SANTOS, Bruno P. et al, **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. 2016, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG. Disponível em: < http://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf >. Acessado em 18 de abr. 2017

RIVERA, Ricardo et al. **Microeletrônica: qual é a ambição do Brasil?** Rio de Janeiro: BNDES Setorial 41, p.345-396, 2016. Disponível em: < https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4282/4/BS41-Microeletr%C3%B4nica_qual%20%C3%A9%20a%20ambi%C3%A7%C3%A3o%20do%20Brasil_atualizado_P.pdf >. Acessado em 14 abr. 2017.

TAVARES, Walkiria Menezes Leitão. **A Indústria Eletrônica no Brasil e seu impacto na Balança Comercial**. Brasília: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2001. Disponível em: < http://www2.camara.leg.br/documentos-e-pesquisa/publicacoes/estnottec/arquivos-pdf/pdf/108604.pdf >. Acessado em 13 abr. 2017.